

University of Groningen

Het plexus brachialis letsel. Een retrospectief onderzoek naar de functionele gevolgen.

Emmelot, Cornelis Hendrik

IMPORTANT NOTE: You are advised to consult the publisher's version (publisher's PDF) if you wish to cite from it. Please check the document version below.

Document Version

Publisher's PDF, also known as Version of record

Publication date:

1994

[Link to publication in University of Groningen/UMCG research database](#)

Citation for published version (APA):

Emmelot, C. H. (1994). *Het plexus brachialis letsel. Een retrospectief onderzoek naar de functionele gevolgen.* [S.n.].

Copyright

Other than for strictly personal use, it is not permitted to download or to forward/distribute the text or part of it without the consent of the author(s) and/or copyright holder(s), unless the work is under an open content license (like Creative Commons).

The publication may also be distributed here under the terms of Article 25fa of the Dutch Copyright Act, indicated by the "Taverne" license. More information can be found on the University of Groningen website: <https://www.rug.nl/library/open-access/self-archiving-pure/taverne-amendment>.

Take-down policy

If you believe that this document breaches copyright please contact us providing details, and we will remove access to the work immediately and investigate your claim.

Downloaded from the University of Groningen/UMCG research database (Pure): <http://www.rug.nl/research/portal>. For technical reasons the number of authors shown on this cover page is limited to 10 maximum.

HET PLEXUS BRACHIALIS LETSEL

*Een
retrospectief
onderzoek
naar de
functionele
gevolgen*



RIJKSUNIVERSITEIT GRONINGEN

HET PLEXUS BRACHIALIS LETSEL

Een retrospectief onderzoek naar de functionele gevolgen

Proefschrift

ter verkrijging van het doctoraat in de
Geneeskunde
aan de Rijksuniversiteit Groningen
op gezag van de Rector Magnificus Dr. S.K. Kuipers
in het openbaar te verdedigen op
woensdag 11 mei 1994
des namiddags te 2.45 uur precies

door

CORNELIS HENDRIK EMMELOT

geboren op 10 oktober 1954
te Utrecht

Promotores: Prof. Drs. W.H. Eisma
Prof. Dr. J.W.F. Beks

Referent : Dr. T.W. van Weerden

STELLINGEN

behorende bij het proefschrift "Het plexus brachialisletsel"
C.H. EMMELOT

1. Kruisinnervatie is in 3 % van de conservatief behandelde personen met een plexus brachialisletsel functioneel beperkend; het komt het meest voor bij abductie van de schouder en flexie-extensie van elleboog (dit proefschrift).
2. Selectieve darmdecontaminatie verdient aanbeveling ter preventie van chronische urineweginfecties bij vrouwen met een neurogeen gestoorde blaasfunctie.
3. Elektromyografisch onderzoek bij het plexus brachialisletsel is een sensitief diagnosticum en heeft in ervaren handen prognostische waarde (dit proefschrift).
4. Een schouderarthrodese na een irreversibel plexus brachialisletsel waarbij een affunctionele arm is ontstaan, is essentieel ter verkrijging van optimale functionaliteit, ook al is de schoudergordelmusculatuur paralytisch (dit proefschrift).
5. In het kader van eerlijke verdeling van werk zou, gelet op het aantal gezinnen met werkloze ouders, door een overheid van sociaal democratische signatuur, het werken van **beide** ouders niet moeten worden gestimuleerd.
6. Ter bestrijding van neurogene pijn na een plexus brachialisletsel is transcutane zenuwstimulatie te verkiezen boven alle andere behandelmethoden (dit proefschrift).
7. Clustering van academische ziekenhuizen, technische universiteiten en grote algemene ziekenhuizen is een voorwaarde om te komen tot tastbare resultaten betreffende revalidatiegeneeskundig onderzoek.
8. Na een onderbeenamputatie is een postoperatief hoog aangelegd gipsverband voorzien van een stelt de enige juiste interimvoorziening voordat op een definitieve prothese kan worden overgegaan.
9. Bij de uitvoering van een schouderarthrodese is een externe fixateur gecombineerd met een modulaire borst-arm- orthese te verkiezen boven alle andere methoden.
10. Positieve discriminatie van vrouwen impliceert negatieve discriminatie van mannen en is derhalve verwerpelijk.
11. Het is verbazend hoe lang het duurt iets te voltooien waarmee je niet bezig bent.

PROMOTIECOMMISSIE:

Prof. Dr. H.K.L. Nielsen

Prof. Dr. J.M. Minderhoud

Prof. Dr. G. Zilvold

Paranimfen:

Drs. S. Gathier

Ir. P. Greveling

De uitvoering van dit onderzoek werd mogelijk gemaakt met financiële ondersteuning van:

Affiliatie Fonds (Sophia Ziekenhuis Zwolle)
Cremers Fonds (Ziekenhuis De Weezenlanden Zwolle)
Stichting Noord Nederland te Haren
T.D. Medical te Eindhoven

Ontwerp omslag en figuur 1: Douwe Buiters

Lay out en druk: Van der Most Drukkerij te Heerde

Aan

Rineke
Marlies en Anneloes

Inhoudsopgave

Inleiding	9
------------------	---

Hoofdstuk 1

Anatomie	13
----------	----

Hoofdstuk 2

Classificatie	16
het zenuwletsel	16
plexus brachialis	17
epidemiologie	18

Hoofdstuk 3

Pathofysiologie	21
zenuwdegeneratie	21
kliniek	21
herstelproces	22

Hoofdstuk 4

Ongevalsemechanisme	25
open letsel	25
gesloten letsel	25
tractieletsel	26

Hoofdstuk 5

Diagnostiek	29
fysische diagnostiek	29
beelvormende technieken	30
elektrofysiologie	33

Hoofdstuk 6

Behandeling	36
conservatieve therapie	36
zenuwreconstructie	41
operatief functieherstel	44

Hoofdstuk 7

Prognose	49
----------	----

EIGEN ONDERZOEK

Hoofdstuk 8

Beschrijving onderzoek	51
onderzoek stoornissen	52
onderzoek beperkingen	55
onderzoek handicap	57
praktische uitvoering	58

Hoofdstuk 9

De onderzochte groep	60
psychosociale achtergrond	62
beschouwing/conclusie	63

Hoofdstuk 10

Onderzoek functiestoornissen	65
localisatie	65
spierkracht	67
relatie met EMG	71
sensibiliteit	73
contracturen	74
kruisinnervatie	75
deafferentatiepijn	79
overige stoornissen	79
beschouwing/conclusie	80

Hoofdstuk 11

Onderzoek beperkingen	85
adl	85
acceptatie	90
vervoer	93
beschouwing/conclusie	96

Hoofdstuk 12

Onderzoek handicap	98
vrije tijd	98
sport	100
werk	102
beschouwing/conclusie	106

Hoofdstuk 13

De schouderarthrodese	108
lichamelijke effecten	108
functionele effecten	111
beschouwing/conclusie	113

Hoofdstuk 14

Hulpmiddelen	116
beschouwing/conclusie	118

Hoofdstuk 15

Samenvatting en eindconclusies	120
--------------------------------	-----

Summary	124
----------------	-----

Literatuuroverzicht	126
----------------------------	-----

Nawoord	134
----------------	-----

Appendix	135
-----------------	-----

Inleiding

Het verschijnsel van de geheel of gedeeltelijk verlamde arm als gevolg van een aandoening van de plexus brachialis is in de geneeskunde een betrekkelijk zeldzaam fenomeen. Binnen het scala van oorzakelijke factoren is de traumatische plexusbeschadiging waarschijnlijk zo oud als de mensheid zelf, alhoewel de bekendheid hiermee pas ontstond na systematische beschrijving door Duchenne, Erb en Klumpke aan de hand van geboortelethels (Duchenne 1872, Erb 1874, Klumpke 1885).

Tegenwoordig onderscheidt men ook plexus brachialisaandoeningen die het gevolg zijn van bestraling (bestralingsneuropathie) of chemische agentia (chemische neuritis).

Een aandoening van de plexus brachialis kan bovendien ontstaan als gevolg van tumorgroei en tumoringroei. Voorbeelden hiervan zijn de M. Recklinghausen resp. de Pancoasttumor. Tenslotte kan de plexus brachialis aangedaan zijn door congenitale anomalieën (bijvoorbeeld halsribben).

Een van de meest voorkomende plexus brachialisaandoeningen is echter de amyotrofische plexusneuritis. In deze dissertatie staat de plexus brachialisaandoening van traumatische origine centraal, waarbij het geboortelethel vanwege zijn geheel eigen diagnostiek, behandeling, beloop en prognose buiten beschouwing wordt gelaten.

Het gevolg van een beschadiging van de plexus brachialis bestaat uit een volledige of gedeeltelijke denervatie van de arm en schouder. Denervatie wordt gekenmerkt door een stoornis in de motoriek alsmede een stoornis in de sensibele en vegetatieve kwaliteiten. Daar het traumatisch plexus brachialisletsel plaatsvindt bij overwegend jonge mensen, heeft dit belangrijke repercussies voor het maatschappelijk functioneren van de betrokkenen. De mate van gestoorde spierfunctie, langdurige nabehandeling onafhankelijk van eventueel verrichte zenuwreconstructie, alsmede de onzekerheid omtrent eventueel nog te verrichten orthopedische en/of plastisch chirurgische ingrepen, dragen ertoe bij dat er bij de betrokkene niet alleen sprake is van langdurig ziekteverzuim, doch dat ook volledige onttrekking aan het arbeidsproces regelmatig een voortvloeisel is van het ongeval. Kennis van de factoren die de reïntegratie (mede) bepalen kan daarom van waarde zijn met betrekking tot het opstellen van een efficiënt behandelplan.

Binnen de revalidatiegeneeskunde is wat betreft het plexus brachialisletsel tot nog toe weinig aandacht geschonken aan het functioneren van de persoon als geheel. Binnen de jonge traditie van de revalidatiegeneeskunde in Nederland is een integrale benadering op meerdere functieniveau's, overeenkomstig de International Classification of Impairments, Disabilities and Handicaps (WHO '80) gangbaar geworden (zie ook fig.1):

ziekte → functiestoornis → beperking → handicap

Als aanvulling op de meer curatief gerichte geneeskunde gaat men in de revalidatiegeneeskunde uit van de gevolgen van ziekte of aandoening in de vorm van lichaamsgebonden functiestoornissen. Daarnaast vindt een analyse plaats van de hieruit voortvloeiende beperkingen in het functioneren als persoon.

Tenslotte beschrijft het hoogste functionele niveau de relaties die een persoon kan onderhouden met anderen (het sociale functioneren), hetgeen professioneel de beschrijving van de handicap betreft en dat als het ultieme doel in een revalidatieve behandeling wordt beschouwd. Het is een logische gedachte om bij de benadering van het probleem van het plexus brachialis letsel uit te gaan van de door de WHO ontwikkelde systematiek. Hierbij zal blijken dat het meten van lichamelijke functiestoornissen in de loop der jaren meer is uitgekristalliseerd (zoals het meten van spierkracht, een bewegingsuitslag) en dat voor het meten van beperkingen veel meetinstrumenten ten dienste staan. De waarde hiervan blijkt sterk afhankelijk van het te onderzoeken doel. Het meten van

(subjectief beleefde!) handicap is thans nog onmogelijk, zodat slechts volstaan kan worden met de beschrijving van sociaal functioneren (zie verder hoofdstuk 8).

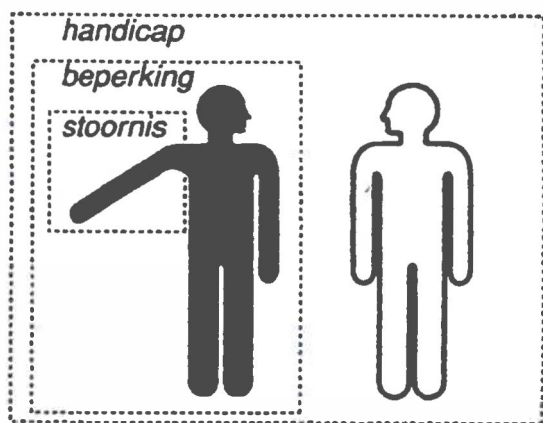


Fig. 1. De verschillende te onderscheiden niveau's van functioneren.

De literatuur over de traumatische plexus brachialisuitval is overvloedig, ondermeer vanwege de uitgebreide casuïstiek. Tot nu toe blijkt in de literatuur onvoldoende overeenstemming te bestaan over de waarden die men aan de diverse diagnostische methoden moet toekennen (zoals het belang van diverse vormen van röntgenonderzoek, elektrofysiologisch onderzoek, onderzoek van klinische variabelen, zie hoofdstuk 5). Ook over de wijze van behandeling lopen de meningen uiteen. Opvallend is in de literatuur de grote methodologische variabiliteit en de slechte definiëring van criteria bij de beoordeling van het (functionele) resultaat van de behandeling. Hierbij moet wel worden aangemerkt dat, gezien de aard en de relatieve zeldzaamheid van het letsel, een prospectieve benadering en statistische analyse nauwelijks goed mogelijk is bij een onderzoek uitgevoerd in één instituut.

Bij nagenoeg iedere patient wordt de behandelaar geconfronteerd met voortdurend terugkerende vragen. In de beginfase zal men moeten weten wat de localisatie van het letsel is, of er een operatieindicatie bestaat en hoe de pijnklachten moeten worden behandeld. In de latere fase ontstaan vragen omtrent het eindstadium in het biologische herstel, omtrent blijvende uitvalsverschijnselen en beperkingen in het functioneren in het algemeen of op specifieke gebieden zoals activiteiten van het dagelijks leven of het werk.

Andere vragen hebben betrekking op een relatie tussen stoornissen in het lichamelijk functioneren en beperkingen, op de invloed van functieherstellende handelingen zoals ortheseverstrekking of schouderarthrodese en op eventueel aanwezige beperkingen.

In het begin van de jaren 70 werd aan het Academisch Ziekenhuis te Groningen de Werkgroep voor Perifere Zenuwletsels opgericht met het doel kennis, ervaring en vaardigheid te bundelen en zo te komen tot optimale behandeling van perifere zenuwleasies (Huffstadt e.a. '76). In deze werkgroep participeren een neurochirurg, een plastisch chirurg, een neuroloog/klinisch neurofysioloog en een revalidatiearts, die bij de diagnostiek en de follow-up ieder hun eigen visie geven. Door deze werkgroep werd in de periode 1976-1987 een populatie bestaande uit 98 patienten hoofdzakelijk conservatief behandeld. Een deel van deze patienten met een bovenste plexuslaesie werd behandeld met een schouderarthrodese. Bovendien bleek bij reinnervatie dat het functionele resultaat mede bepaald werd door het optreden van kruisinnervatie. De populatie patienten werd

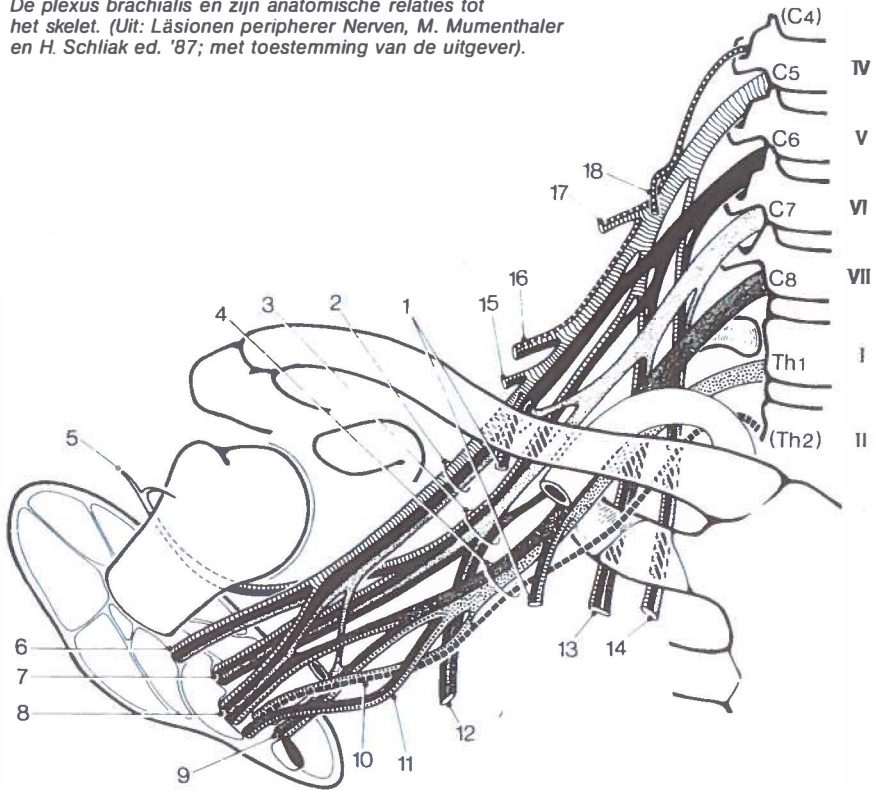
voldoende groot geacht voor verdere analyse, waarbij op de volgende vragen een antwoord gegeven dient te worden:

1. Hoe verlopen de functiestoornissen in de tijd en wanneer kan van een eindsituatie worden gesproken?
2. Wat zijn uiteindelijk de beperkingen en handicaps bij een letsel van de plexus brachialis en welke factoren zijn hierop van invloed?
3. Hoe uitgebreid is de invloed van kruisinnervatie t.a.v. herstel van willekeurig bewegen en herstel van vaardigheden?
4. Welke invloed heeft de schouderarthrodese t.a.v. reductie van beperkingen en handicap (=sociale integratie)?

In verband met bovengestelde vragen werd besloten tot een retrospectief onderzoek van de eerder genoemde patientengroep. Hoewel aan een retrospectief opgezet onderzoek methodologische beperkingen kleven met name wat betreft het verzamelen van voldoende en betrouwbare gegevens uit het verleden, was het voordeel dat het een relatief grote groep betrof die op dezelfde wijze gedocumenteerd was, waarbij het ongeval zo lang geleden had plaats gevonden dat op het moment van het onderzoek van een eindsituatie gesproken kon worden. Het retrospectieve dossieronderzoek werd aangevuld met de gegevens uit een enquête en een persoonlijk naonderzoek door de onderzoeker.

Het eerste deel van het onderzoek wordt gevormd door een weergave van de meest relevante literatuur hetgeen het eigen onderzoek het nodige kader verschaft. Bovendien vormt dit een referentiekader waarmee aspecten van het eigen onderzoek kunnen worden vergeleken. Het tweede deel wordt gevormd door de resultaten van het eigen onderzoek, voorafgegaan door een beschrijving van de gevolgde methodiek.

Figuur 1.1. De plexus brachialis en zijn anatomische relaties tot het skelet. (Uit: Läsionen peripherer Nerven, M. Mumenthaler en H. Schliak ed. '87; met toestemming van de uitgever).



- | | |
|-------------------------|----------------------------------|
| 1. Nn. pectorales | 10. N. cutaneus brachii med. |
| 2. Fasciculus lateralis | 11. N. cutaneus antebrachii med. |
| 3. Fasciculus medialis | 12. N. thoracodorsalis |
| 4. Fasciculus dorsalis | 13. Nn. subscapulares |
| 5. N. axillaris | 14. N. thoracicus longus |
| 6. N. musculocutaneus | 15. N. subclavius |
| 7. N. radialis | 16. N. suprascapularis |
| 8. N. medianus | 17. N. dorsalis scapulae |
| 9. N. ulnaris | 18. N. phrenicus |

HOOFDSTUK 1

Anatomie

De plexus branchialis is samengesteld vanuit de ventrale rami van de segmenten C5, C6, C7, C8 en Th1. Deze rami vormen in het proximale deel van de plexus 3 trunci. Tot de eerste splitsing spreken we van truncus superior (C5 en C6), truncus medius (C7) en truncus inferior (C8 en Th1). Ter verduidelijking wordt verwezen naar figuur 1.1.

Topografisch gezien vinden we de trunci ter hoogte van de fossa supraclavicularis (Schaafsma '70). Ter hoogte van de anterolaterale rand van deze fossa vindt een splitsing en hergroepering plaats van de trunci waaruit zich de fasciculi vormen. Hierbij wordt de fasciculus lateralis gevormd uit vezels, hoofdzakelijk afkomstig van de wortels van C5, C6 en C7 en welke uiteindelijk de vezels zullen zijn voor de nervus musculocutaneus en het sensibele deel van de nervus medianus. De fasciculus medialis, waarvan de vezels afkomstig zijn van de wortels C8 en Th1, vormt het oorspronggebied voor de nervus ulnaris en het motorische gedeelte van de nervus medianus. De fasciculus posterior wordt gevormd vanuit de wortels C5, C6 en C7. Na splitsing worden uit de fasciculus posterior de nervus axillaris en de nervus radialis gevormd.

Zenuwwortels, trunci en het proximale deel van de meer craniaal gelegen fasciculi vormen het supraclaviculaire deel van de plexus, dat het meest kwetsbaar is bij uitwendig geweld. Het proximale deel van de lagere segmenten is retroclaviculair gelegen en wordt bij ongevallen meestal getroffen door compressie tussen clavicula en eerste rib. Het meer distale deel van de fasciculi (met name de fasciculus posterior) en het meer perifere deel van de plexus wordt het infraclaviculaire deel van de plexus branchialis genoemd.

Autonome zenuwvezels verlopen samen met de boven beschreven vezels en bestaan uit postganglionaire autonome vezels, afkomstig van het middelste ganglion cervicale en het ganglion stellatum. De preganglionaire autonome vezels verlopen alleen in de voorwortels van Th1 en Th2 hetgeen bij een letsel op dit niveau het syndroom van Horner verklaart.

In het proximale verloop van de plexus brachialis splitsen zich enige zenuwen af die geïsoleerd de innervatie verzorgen van enkele spieren. Van belang voor de diagnostiek zijn:

1. De nervus thoracicus longus, die zeer proximaal ontspringt uit vezels hoofdzakelijk van de wortel C7 en in mindere mate van de wortels C5 en C6; de zenuw innerveert de m. serratus anterior.
2. De nervus dorsalis scapulae, een tak van de wortel C4 en in mindere mate van de wortel C5, die de mm. rhomboidei innerveert.
3. Vanuit de truncus superior ontspringt de nervus suprascapularis (C5 en C6) die de m. supra- en infraspinatus innerveert.

Ten behoeve van de systematiek, samenhangend met het eigen onderzoek, is het wellicht praktisch uit te gaan van een standaard plexus waarbij een bepaalde spier(groep) een segment representeert zoals ook door Schaafsma wordt gehanteerd (1970):

C5	schouderabductoren en -exorotatoren
C6	buigers van de elleboog
C7	extensoren van elleboog en vingers
C8/Th1	(intrinsieke) handmusculatuur

De vascularisatie van de plexus brachialis vindt plaats vanuit minstens 3 bronnen. Een ingewikkeld collateraalstelsel ontspringt vanuit de diepere takken van de aa. cervicales. Een tweede stelsel ontspringt vanuit takken van de a. dorsalis scapulae, terwijl het derde stelsel bestaat uit collateralen uit de a. subclavia. Soms vindt additionele vascularisatie

plaats vanuit takken van de a. axillaris (Gouaze e.a. '59). Op theoretische gronden mag worden aangenomen dat de uitgebreidheid van het systeem de kwetsbaarheid voor (ischaemische) schade doet afnemen.

Uit microscopisch onderzoek is gebleken dat op dwarsdoorsnede van de zenuwen het aantal vezels in de plexus van proximaal naar distaal sterk wisselt (Bonnell e.a.'81), terwijl het aantal vezels in de zenuwen ontspringend vanuit C6 en C7 relatief het hoogst is.

Anatomische variaties

Variatie in de vezelformatie van de fasciculi komt regelmatig voor met name van de fasciculus posterior, soms is deze zelfs afwezig (Kerr '18, Bonnell e.a. '81). In het laatste geval zou de n. axillaris en de n. radialis worden gevormd vanuit de overige twee fasciculi. Doorgaans is de meest craniaal gelegen wortel die een bijdrage levert aan de plexus brachialis C5. Als anatomische variant kan het voorkomen dat de wortel van C4 ook een aandeel vormt in de vezelformatie. We spreken dan van prefixatie. Caudaal is het de wortel van Th1 die de "laagste" bijdrage levert aan de plexus. Vormt echter ook de wortel van Th2 een bijdrage aan de plexus dan spreken we van postfixatie. Het verspringen van het niveau geldt niet alleen voor de spierinnervatie maar evenzeer voor het dermatomenpatroon. Dit heeft overigens consequenties: indien de verhoudingen tussen de schoudergordel en de wervelkolom niet zijn veranderd is er bij prefixatie sprake van een verhoogde kwetsbaarheid van de plexus bij gewelddadige vergroting van de cervicoaxillaire hoek. Bij postfixatie is de vulnerabiliteit van het caudale deel van de plexus verhoogd vanwege de knik die de fasciculus medialis maakt in het traject over de eerste rib (Schaafsma '70).

De relatie van de zenuwwortels met hun omgeving

Prognostisch van belang is de localisatie van de laesie. Sunderland verrichtte uitgebreid onderzoek waaruit bleek dat de anatomie in het cervicale gebied mede bepalend is voor het ontstaan van twee fenomenen: wortelavulsie en wortelruptuur. Bij wortelavulsie vindt door (centrifugale) tractiekrachten avulsie van het wortelcomplex plaats uit de medulla spinalis, die hierbij tevens ernstig kan worden gelaedeerd, hetgeen zich klinisch kan uiten in pathologische reflexen en/of hyperreflexie. Ook het syndroom van Brown-Séquard is in combinatie met wortelavulsie beschreven. Bij exploratie van de plexus blijkt de wortelstomp in het wortelkanaal te liggen en kan hij macroscopisch niet afwijkend lijken (Mumenthaler e.a.'87). Bij een wortelruptuur vindt onderbreking van de continuïteit plaats direct distaal van het spinale ganglion. Het eerste fenomeen betreft een zgn. preganglionaire (syn. supraganglionaire) laesie, het tweede fenomeen wordt een postganglionaire (syn. infraganglionaire) laesie genoemd. In de literatuur worden beide benamingen (avulsie en ruptuur) synoniem gebruikt, hetgeen aanleiding kan geven tot verwarring en onduidelijkheid.

Uit exploraties is gebleken dat een wortelavulsie relatief vaker voorkomt in de laag cervicale segmenten (Gund '61, Yeoman '68), terwijl de wortel- en truncusruptuur relatief vaker zou ontstaan in het craniale deel van de plexus (Sunderland '78, Narakas '78). Een aantal factoren bevorderen het ontstaan van wortelavulsie t.h.v. C8 en Th1, c.q. beschermen de meer hoger gelegen segmenten hiertegen. In de eerste plaats zijn de wortels ter hoogte van C5-C7 verankerd door middel van een fibreuze verbinding tussen de epineuraalschede en de processus transversus, hetgeen ontbreekt ter hoogte van C8 en Th1. Daar vindt de verankering direct plaats aan de medulla spinalis (Wynn Parry '87). In de tweede plaats zijn de wortels van de hogere segmenten ingebed in een benige sulcus over een deel van de lengte van de processus transversus. In de derde plaats zijn de wortels van C5-C8 nagenoeg twee maal zo lang als de wortel van Th1 zodat rek in de hogere wortels beter wordt verdragen (Wynn Parry '87). De hogere wortels dalen tot circa 8 mm onder de

intredeplaats van het wortelkanaal om vervolgens op te stijgen en met een knik over de onderrand van de ingang van het kanaal te verdwijnen, terwijl de lagere wortels een meer horizontaal verloop hebben hetgeen hen meer vulnerabel maakt voor tractie (Sunderland '74, Wynn Parry '87). Bovendien bezitten wortels in vergelijking met het meer perifeer gelegen deel van de plexus per doorsnede-eenheid minder parallel gerangschikte collageenvezels en ontbreekt, in tegenstelling tot wat in de meer perifeer gelegen plexus aanwezig is, de "vlechtwerk-rangschikking" waaraan een krachtverdelende en dus lokaal een krachtverminderende werking wordt toegekend (Wynn Parry '87). Tenslotte zijn de ventrale wortels kwetsbaarder dan de dorsale hetgeen samenhangt met de kleinere diameter van de eerste en het ontbreken van het peri- en epineurium (Sunderland '61, Wynn Parry '87).

HOOFDSTUK 2

Classificatie van zenuw- en plexusletsel en de epidemiologie

In de jaren 50 is het ook voor zenuwletsels gebruikelijk geweest orde te scheppen in destijds aanwezige kennis omtrent zenuwletsels d.m.v. het ontwerpen van een classificatie. Men kan hierbij onderscheid maken tussen classificatie van het zenuwletsel in engere zin en de classificatie van het plexusletsel.

Het zenuwletsel in engere zin

Afhankelijk van de localisatie en de mate waarin uitwendige krachten inwerken ontstaat een scala van zenuwbeschadigingen. Sunderland onderscheidt hierbij vijf stadia; een in de jaren 70 ontworpen indeling volgens Seddon komt gedeeltelijk met die van Sunderland overeen (Sunderland '51, Seddon '72), alhoewel die van Seddon geschikter is voor klinisch gebruik (zie ook fig. 2.1):

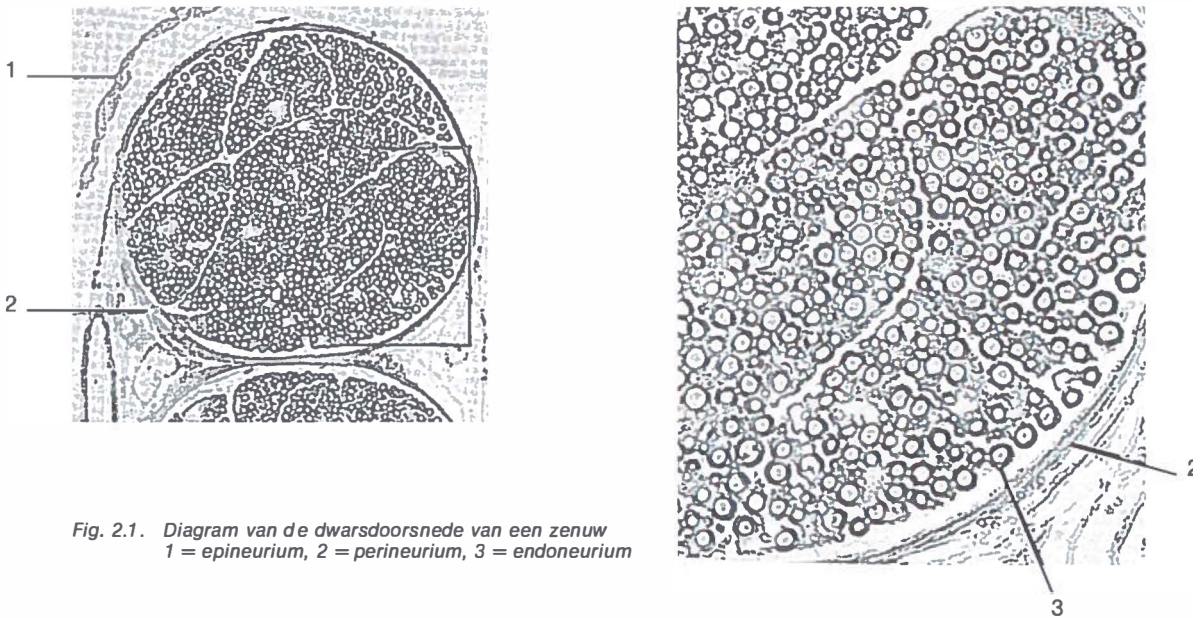


Fig. 2.1. Diagram van de dwarsdoorsnede van een zenuw
1 = epineurium, 2 = perineurium, 3 = endoneurium

1. de neuropraxie - De zenuwvezels zijn anatomisch intact; de zenuw blijft zowel proximaal als distaal van de laesie elektrisch prikkelbaar. Er treedt geen Wallersche degeneratie op en verlies aan sensibele en/of motorische respons is doorgaans van voorbijgaande aard.
2. de axonotmesis - Er ontstaat schade aan het axon, met intact blijven van peri- en epineurium. De fascikels zijn anatomisch intact. Motorische en sensibele respons zijn afwezig. De elektrische prikkelbaarheid van de zenuw is opgeheven en er treedt Wallersche degeneratie op. Nagenoeg altijd zijn begeleidende verschijnselen aanwezig in de vorm van oedeem en locale ischaemie.
3. de neurotmesis - de zenuw is volledig gedesintegreerd: structuren zijn nagenoeg niet meer herkenbaar en continuïteitsverlies is nagenoeg of geheel aanwezig.

Sunderland gaf een explicitering aan van de axonotmesis, zich hierbij basierend op histologische gegevens. De neuropraxie komt overeen met graad 1 volgens Sunderland. De axonotmesis werd echter verdeeld in een graad 2 en 3. Bij graad 2 ontstaat schade aan het axon doch blijft de endoneurale buis intact. Bij een laesie graad 3 is sprake van een volledige verbreking van het axon incl. het endoneurium. De neurotmesis wordt tenslotte verdeeld in een lesie zonder (graad 4) en een met (graad 5) volledig continuïteitsverlies. De differentiatie tussen graad 2 en 3 is in belangrijke mate bepalend voor de prognose (bij voorbeeld t.a.v. het ontstaan van kruisinnervatie). Het onderscheid tussen een laesie graad 2 en graad 3 is echter histologisch en derhalve moeilijk herkenbaar zodat dit ertoe geleid heeft dat de classificatie volgens Sunderland moeilijk hanteerbaar is en derhalve tot op heden niet algemeen ingang heeft gevonden.

Het letsel van de plexus brachialis

Letsels van de plexus brachialis zijn, zoals overigens alle letsels, te onderscheiden in open en gesloten letsels. De gesloten letsels kunnen naar aetiologie worden ingedeeld in zgn. compressieletsels en tractieletsels. Bij de tractieletsels kan naar localisatie onderscheid gemaakt worden tussen preganglionair (=supraganglionair) en postganglionair (=infraganglionair) letsel. Deze laatste tweedeling heeft regelrechte gevolgen voor de behandeling en de prognose, daar een preganglionaire laesie irreversibele schade impliceert. Een en ander is schematisch weergegeven in figuur 2.2. Van belang is overigens een goed gebruik van de nomenclatuur, vooral wat betreft de termen wortel en ruptuur (Sunderland '93). In de literatuur wordt avulsie nogal eens synoniem met ruptuur gebruikt terwijl de wortel zowel pre- als postganglionaire structuren kan betreffen. In dit onderzoek is de wortel gedefinieerd als het in het wortelkanaal gelegen voorste en achterste wortelcomplex (het preganglionaire deel van de sensibele wortels). De term avulsie is voorbehouden aan uitscheuring van de wortel uit de medulla spinalis, terwijl een ruptuur een verscheuring impliceert van het postganglionaire deel, ook al ligt dit ter hoogte van de processus transversus.



Fig. 2.2. Een schematische indeling van het plexusletsel naar mechanisme en localisatie.

Ingedeeld naar de segmentale oorsprong van de zenuwen kan grofweg zowel voor totale als partiele laesies de volgende indeling worden gevolgd, die in de praktijk het meest wordt toegepast:

C5 - C6	te vergelijken met type Duchenne-Erb
C5 - C6 -C7	
C7 - C8 -T1	
C8 - T1	te vergelijken met type Déjerine-Klumpke
C5 - T1	compleet plexusletsel

In tabel 2.1. wordt de topografische verdeling van het plexusletsel weergegeven zoals zij door enkele onderzoekers is geregistreerd (*:geldt alleen voor supraclaviculaire laesies). De totale uitval komt significant vaker voor dan de partiele. Daarnaast is de uitval van de meer

caudaal gelegen niveau's (C8 en Th1) vrijwel altijd totaal. Uitval van alle niveau's (=compleet letsel) komt het meest voor en is meestal totaal. Slechts één auteur maakt geen onderscheid tussen het partiele en het totale zenuwletsel.

Ter verduidelijking wordt een definiering gegeven van een aantal in dit onderzoek toegepaste kwantificerende begrippen:

- onder een totaal plexusletsel wordt verstaan een plexusletsel waarbij de uitvalsverschijnselen over de aangedane segmenten volledig is (dus paralyse en anaesthesie).
- bij een partieel letsel zijn de uitvalsverschijnselen over de aangedane segmenten onvolledig (dus parese resp. hypaesthesie).
- een compleet plexusletsel is een letsel van de plexus waarbij alle segmenten zijn aangedaan.

	C5	C5,C6	C5,C6,C7	C7,C8,T1	C8,T1	C5Th1
Wynn Parry '74 (N=94)						
totaal	4	19	19	5		23
partieel	3	11	8	1		1
Narakas '78 (N=431) *						
totaal		45	54	15	6	166
partieel		17	28	1	1	108
Solonen '84 (N=52)						
totaal		15	7	1	1	22
partieel		4	1			1
Mumenthaler '87 (N=74)						
totaal		3	3	25	21	14
partieel		2	2	2	2	
Travers '89 (N=159)	2	29	24	1	-	82

Tabel 2.1. Een overzicht van de topografische verdeling van plexus brachialisletsels volgens verschillende onderzoekers.

Epidemiologie

Het open letsel.

De betrekkelijk schaarse literatuur beperkt zich voornamelijk tot series die zijn opgebouwd naar aanleiding van grootschalige gewapende conflicten. Hieruit blijkt dat onderscheid gemaakt moet worden tussen "hoog-energetische" en "laag-energetische" letsels (Pollack '26, Oppenheim '23, Brooks '49, Bjorksten '47, Nelson '68, Maurer '62). Tot de eerste groep behoren letsels veroorzaakt door zowel projectielen zoals kogels en granaatscherven, terwijl de laatste groep hoofdzakelijk steekwondingen ten gevolge van glas of mes, doch ook iatrogene letsels omvat (bijvoorbeeld als gevolg van een mediane sternotomie, eerste ribresectie, art./vena subclaviapunctie en axillairanaesthesie (Stohr '78, Wurster '78, Braun '78)). Gegevens omtrent incidentie, prevalentie, geslachtsverdeling, leeftijd en persoonsgegevens konden in de literatuur niet worden gevonden.

Gesloten letsels.

Zoals in het begin van dit hoofdstuk beschreven, kunnen de gesloten letsels worden onderverdeeld in tractieletsels en compressieletsels. Wat betreft de tractieletsels verschaffen de literatuurgegevens hoofdzakelijk gegevens over de aetiologie en geven ze weinig informatie over incidentie en/of prevalentie. Wel kan worden gesteld dat van alle plexusletsels het zogenaamde tractietype verreweg het meeste voorkomt. Een letsel van de plexus brachialis wordt beschreven als complicatie van schouderluxatie in 12% (Pasila '78)

en als complicatie van schouderluxatie met subcapitale humerusfractuur in 6% (Sauer '75) van de gevallen. Uit deze literatuurgegevens blijkt ook dat oudere leeftijd predisponeert tot het ontstaan van zenuwletsel als complicatie. Daarnaast is plexusletsel beschreven in 0,6% als begeleidend letsel bij traumatische cervicale dwarsleasie (Grundy e.a. '82). In tabel 2.2 wordt een overzicht gepresenteerd van diverse series van het plexus brachialisletsel, waaruit blijkt dat verkeersongevallen een bijzondere plaats innemen als oorzaak van tractieletsels; de motorfiets is hierbij het meest betrokken. Volgens een editorial uit 1980 blijkt 1:1000 ernstig gewonde motorrijders een letsel van de plexus brachialis te hebben, terwijl een andere auteur uitkomt op een hogere incidentie (Andrew '83). De oorzaak van het tractieletsel van de plexus brachialis kan in 77% worden toegeschreven aan een motorongeval (Fletcher '69). Het percentage vrouwen varieert daarbij tussen de 3% en de 25% (Merle d'Aubigne '67, Rorabeck '81, S.M.R. '83).

AUTEUR	VERKEER				INDUSTRIE	SPORT	OPEN LETSEL	REST	tot
	motor	fiets	voetg.	auto			schot iatr.		
Bristow '47	55				51	17	123
Bonney '48	22	4	1		2				29
Yeoman '61	27	6	1		1			1	36
Seddon '72	108	21		13				38	180
Wynn Perry '74	52			28		4	7	13	104
Narakas '78	264	22	40	40	45	23		74	508
Travers '89	105	6	10	17		6		14	158

Tabel 2.2. Een literatuuroverzicht naar de aetiologie van het plexus brachialisletsel.

Uit tabel 2.2. blijkt dat de motorrijder duidelijk een verhoogd risico heeft t.a.v. het oplopen van een plexusletsel. In vergelijking met de nederlandse situatie zouden deze cijfers misleidend kunnen zijn, aangezien in de buitenlandse gegevens het verschijnsel bromfiets niet bekend is. In nederlandse statistieken (Stichting Medische Registratie) wordt overigens een bromfietsongeval ook aspecifiek aangeduid als 'accident by motorcycle'. Toch blijkt uit eigen ervaring, zoals uit de rest van het onderzoek blijkt, dat bij ongevallen waarbij bromfietsen zijn betrokken in relatief veel gevallen ook sprake is van een plexus brachialisletsel. Het is echter de vraag of het maken van onderscheid tussen bromfiets- en motorrijders relevant is daar in beide gevallen sprake is van een hoogenergetisch letsel met zeer vaak irreversibele plexusschade als gevolg. In de literatuur blijkt dat de leeftijd waarop het ongeval het meest voorkomt te variëren van 16 tot 40 jaar, terwijl de risicogroep gevormd wordt door personen van ca 20-30 jaar (zie tabel 2.3.).

AUTEUR	RISICOLEEFTIJD	PERCENTAGE TOTALE GROEP
Bonney 1959	16-25	68%
	16-40	89%
Merle d'Aubigne 1967	21-30	44%
	21-40	79%
Fletcher 1969	< 24	81%
Alnot 1981	15-25	71%
	15-40	89%
S.M.R. 1983	16-40	60%
Travers 1989	16-25	65%

Tabel 2.3. De verdeling van de risicogroepen naar leeftijd (in jaren) en frequentie volgens diverse bronnen.

Als andere variant van het gesloten letsel is het compressieletsel vooral bekend uit de sport: schieten, het dragen van een rugzak, "abseil" bij alpinisme, american football en als 'beroepsziekte' bij verhuizers en recruten (Woodholl '44, Scharfetter '63, Gaillard '67, White '68, Daube '69, Ford '73, Wanamaker '74,). Systematische gegevens omtrent incidentie en prevalentie van het compressieletsel ontbreken in de literatuur.

HOOFDSTUK 3

Pathofysiologie van het perifere zenuwletsel

Na een traumatische onderbreking van een perifere zenuw ontstaat een biologisch proces, dat bekend staat als Wallerse degeneratie. Na een periode van verval treedt een fase van stabilisatie in, gevolgd door herstelreacties. De mate waarin deze processen zich manifesteren in klinische, elektrofysiologische en histologische verschijnselen zijn afhankelijk van de localisatie, de ernst van de beschadiging en de aard van de laesie.

Zenuwdegeneratie

Wanneer bij een zenuwletsel onderbreking van een axon heeft plaats gevonden (axonotmesis), zal binnen 24 uur distaal van de laesie zwelling van het axon optreden, binnen enkele dagen gevolgd door desintegratie van neurofibrillen. Dit proces staat bekend als Wallerse degeneratie. Vrijwel tegelijkertijd treedt fragmentatie op van de myelineschede, welke enige dagen tot weken kan duren. Gedurende de eerste weken van de degeneratieve fase blijven de endoneurale buisjes onaangetast. Hierna vindt echter bij uitblijven van regeneratie gedurende de eerste 3 maanden na het letsel schrompeling van de buisjes plaats waarbij de diameter tot 90% kan afnemen (Sunderland e.a. '50). Verdere verkleining van het lumen kan optreden door collageenafzetting rond de endoneurale buisjes (Nathaniel e.a. '63, Thomas '64). Een soortgelijke degeneratie treedt op van het proximale deel van de beschadigde zenuw(cel) (retrograde degeneratie). Deze degeneratie kan zich naar proximaal over enige millimeters tot centimeters voortplanten (Bielchowski '32, Lubinska '59, '61). Na het letsel (de axonotmesis) en de meestal erop volgende Wallerse degeneratie van de zenuw ontstaan histologische veranderingen in de spier. De klinisch herkenbare spieratrofie welke een regelrecht gevolg is van denervatie wordt histologisch onder meer gekenmerkt door afname van de spiervezeldiameter, afname van het aantal myofibrillen (Muscatello '65, Engel '74) en proliferatie van fibrocyten en vorming van collageen (Gutmann '44).

Veranderingen in de elektrofysiologische eigenschappen van de zenuw, welke in een tijdsbestek van 3-5 dagen ontstaan, bestaan uit vermindering of verdwijnen van de zenuwgeleiding (Cragg e.a. '61) en ontbreken van de neuromusculaire prikkeloverdracht (Miledi e.a. '70). Tevens ontstaan er als gevolg van de denervatie veranderingen in de elektro-fysiologische eigenschappen van de spier bestaande uit veranderingen van de rustmembraanpotentiaal van -75mV naar -60mV, en spontane ontladingen van de spiervezelmembranen, zich uitende als fibrillaties en positief scherpe golven bij elektromyografie.

Klinische verschijnselen

De klinische verschijnselen die met zenuwdegeneratie gepaard gaan, bestaan bij een laesie van somatomotorische vezels uit gedeeltelijk of volledig verlies van de motoriek (parese respectievelijk paralyse) en bij een laesie van somatosensibele vezels uit een gedeeltelijk of volledig verlies van sensibeleit (hypoesthesie respectievelijk anaesthesie). De uitvalsverschijnselen van zowel de motorische als de sensibele kwaliteiten zijn gradueel, d.w.z. dat alle gradaties mogelijk zijn van zeer gering tot volledig. Dit hangt samen met het feit dat hier sprake is van beschadiging van een zenuwlechtsel en niet louter van een perifere zenuw. Bij de motorische uitval is van belang te weten dat een spier vanuit meerdere segmenten geïnnerveerd wordt (bijv. de m. pectoralis major). Bij de sensibele uitval is de divergentie van afferente vezels van belang, waardoor overlapping ontstaat van de dermatomen, die de uitgebreidheid van de uitval bepaalt.

Beschadiging van autonome zenuwvezels veroorzaakt begeleidende vegetatieve stoornissen. De mate van beschadiging bepaalt niet alleen de mate van reversibiliteit, doch ook het klinisch beeld, hetgeen kan bestaan uit de gevolgen van autonome denervatie, sympatische prikkeling, of mengvormen hiervan. Sympatische denervatie wordt gekenmerkt door trofische stoornissen, zoals het dunner en spits worden van de vingers, versterkte welving van de nagels, verdwijnen van huidlijnpatronen, brokkelige nagels, uitval van de zweetsecretie en een gestoorde vasomotoriek zich uitend in een cyanotische koud aanvoelende hand. De symptomatologie van de sympathische (over)prikkeling bestaat uit roodheid of paarsheid van het getroffen lichaamsdeel, hyperhydrosis, koudeintolerantie en een pijnsyndroom bestaande uit een constant brandende pijn (Mumenthaler e.a. '87).

Het herstelproces

Het reparatieve vermogen van een zenuwcel komt tot uiting in herstelreactie van de axonen. Het herstel van de zenuwvezel is sterk afhankelijk van de mate en de plaats van de beschadiging. Het is vanwege praktische implicaties zinvol om bij het herstel van de zenuw onderscheid te maken tussen een partiele zenuwlaesie en een totale zenuwlaesie. Bij een totale zenuwlaesie zijn alle (zenuw)vezels aangedaan, terwijl bij een partiele zenuwlaesie enkele (zenuw)vezels intact zijn gebleven.

In het geval van een totale zenuwlaesie kan op twee plaatsen uitgroei plaats vinden van het ongemyeïniseerde axonuiteinde waarbij uiteindelijk nieuwe "boutons terminaux" worden gevormd, n.l. 1) proximaal van de laesie vanuit de axonstompen en 2) ter plaatse van de meest distale intacte knoop van Ranvier (proximaal van de laesie). Dit proces noemt men "sprouting" en is de uiting van echte reïnnervatie. Het treedt circa 4 dagen na het ontstaan van het letsel op (Ducker '69, Mumenthaler e.a. '87).

In het gunstigste geval zal het axon, nadat eerst het gebied van de laesie is overbrugd, het distale deel van de endoneuraalbuis bereiken en via deze buis doorgroeiend, uiteindelijk de "eigen" spier weer gaan bereiken. Tegelijkertijd vormen de distale Schwann cellen een nieuwe myelineschede die zich van de oorspronkelijke onderscheidt in toename van het aantal knopen van Ranvier en afname van de dikte van de schede. Zodra de zenuwvezels het eindorgaan hebben bereikt neemt hun kaliber toe, terwijl de collateralen die het eindorgaan op dat moment niet bereikt hebben, oblitereren.

Het proces ter overbrugging van de zenuwlaesie is afhankelijk van de lokale omstandigheden en kan in ongunstige situaties maanden duren. Voorbeelden van deze ongunstige omstandigheden zijn ernstige crushletsels en contaminatie van het wondgebied waardoor een sterke fibrosevorming zal worden bevorderd. De snelheid waarmee axonale uitgroei zich naar distaal verplaatst bedraagt 1- 5 mm per dag (Mumenthaler e.a. '87). De snelheid neemt echter progressief af naarmate de afstand tot het perikaryon groter wordt. In het geval van een partiele laesie vindt de zoeven genoemde reïnnervatie (sprouting en heringroei) plaats, doch vindt ook uitgroei plaats van(uit) intact gebleven axonen vlak voor de neuromusculaire overgang.

Samengevat ontstaan aldus de volgende wijzen van spierinnervatie:

1. normaal
 2. heringroei via endoneurale buisjes
 3. sprouting van axon ter hoogte van distale intacte knoop van Ranvier
 4. sprouting van intact gebleven axonen ter hoogte van de neuromusculaire overgang.
- Hiermee gepaard gaande kunnen in een (partieel) gedenerveerde spier eveneens verschillende motore eindplaatjes functioneren:
1. normale niet beschadigde motore eindplaatjes
 2. motore eindplaatjes die vanuit "eigen" endoneurale buizen door middel van heringroei worden bereikt
 3. totaal nieuwe neuromusculaire overgang wanneer een sproutend axon de spiervezel bereikt (Gutmann '44, Hines e.a.'45, Hoffman '50)

4. een vergroting van een bestaande neuromusculaire overgang door proliferatie van het meest distale deel van een intact gebleven axon. Dit uit zich onder meer in een verbreding van de motorunit potentiaal.

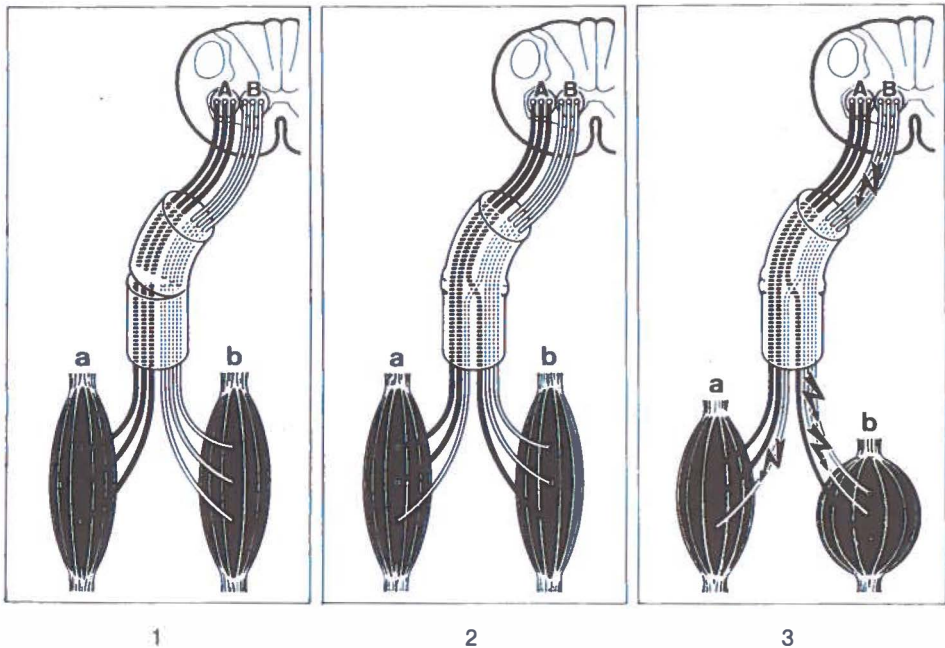
Elektrofysiologisch wordt de nieuw verkregen zenuwvezel gekenmerkt door een langere geleidingstijd (Sunderland '78).

Een direkt gevolg van de denervatie van een spier is de spieratrofie. Dierexperimenteel is aangetoond dat bij een langer dan 10 maanden bestaande denervatie geen functionele motore eindplaat meer ontstaat (Gutmann '44). De atrofie is dan van blijvende aard hetgeen hoogstwaarschijnlijk een gevolg is van een verregaande vorm van fibrosering (Gutmann '44, Guth '68). Bij de mens is dit echter waarschijnlijk niet in dezelfde mate van toepassing.

Alhoewel reinnervatie bestaande spieratrofie kan doen afnemen (Hines '45, Kosman '47, Sunderland '50), daalt dit vermogen naarmate de leeftijd van de patient stijgt (Sunderland '49, Lindsay e.a. '62, Honner e.a. '70, Blach e.a. '79, Albers '80). Een andere beperkende factor voor het ontstaan van een kwalitatief goede ingroei is fibrosering in de zenuw. In de klinische praktijk wordt als vuistregel aangehouden dat klinisch relevante reinnervatie na een termijn van 2 jaar niet meer optreedt. Het uiteindelijke functieherstel zal in het algemeen afhankelijk blijven van de volgende factoren:

1. algemeen:
 - de leeftijd van het individu (zie tekst).
 - de aanwezigheid van nevenletsels (Smith '66)
2. zenuw:
 - verstoring van de vascularisatie van de zenuw (de Medinaceli e.a.'89)
 - het optreden van retrograde degeneratie (Sunderland '50)
 - het type zenuw: bij zuiver motorische of sensibele zenuwen zou de prognose van het letsel slechter zijn dan bij gemengde zenuwen (Brown '72)
 - het aantal axonen dat het eindorgaan bereikt; slechts enkele axonen zouden nodig zijn voor een goed functioneel herstel (Sunderland '78)
3. spier:
 - het aantal en de kwaliteit van nieuwe motore eindplaatjes (Gutmann '44, Hines e.a.'45, Hoffman '50)
 - de ernst van degeneratieve veranderingen in de spier (Gutmann '44, Guth '68)

Een bijzonder verschijnsel kan zich voordoen bij de neurotmesis wanneer het endoneurium is beschadigd. Het kan gebeuren dat axonuitgroei plaatsvindt via andere endoneuraal-buisjes dan de oorspronkelijke (zie figuur 3.1). Men spreekt dan van kruisinnervatie (Sunderland '78, synoniem met dyssynergie, mismatching).



Figuur 3.1. Het verschijnsel kruisinnervatie bij een doorsnijding van een zenuw die spier a en b innerveert (1, normale situatie). Na reinnervatie vanuit B ontstaat een gekruiste ingroei naar spier a (2). Bij een poging tot aanspanning van spier b ontstaat tegelijkertijd een niet te onderdrukken contractie van spier a. o.i.v. een verkeerde aansturing vanuit B door een "gekrust contact" (3) (uit: "Läsionen Peripherer Nerven", M. Mumenthaler en H. Schliak ed. 1987; met toestemming van de uitgever).

Klinisch kan zich dit uiten in aanspanning van andere spieren naast de oorspronkelijke (cocontractie). Meestal uit zich dit in een verstoorde afstemming tussen agonist en antagonist. Alhoewel op zich de musculatuur ge(re)innerveerd is, is er toch sprake van een ernstige willekeurige bewegingsbeperking. Er kan zo worden gesproken van een paradoxale parese. Er zijn bijzonder weinig gegevens bekend over dit fenomeen met name niet over de mate waarin kruisinnervatie bijdraagt tot deze parese. In een populatie van 50 personen met een totaal plexusletsel (direkt na het ongeval!) is het verschijnsel van kruisinnervatie beschreven in 24%. In 4% leidde het tot ernstige functiestoornissen (Nagano e.a. '84). De spieren die het meest betrokken zijn bij kruisinnervatie zijn de m. pectoralis major, m. biceps en de m. triceps (Von Krapp e.a. '79, Nagano e.a. '84) alsook de m. deltoïdeus, m. latissimus dorsi en de m. subscapularis (Mumenthaler e.a. '87). Ook in het eigen onderzoek zal de aandacht naar kruisinnervatie uitgaan (zie Hoofdstuk 10).

HOOFDSTUK 4

Het ongevalsmechanisme

De mate van zenuwbeschadiging en de localisatie van de laesie van de plexus brachialis is afhankelijk van zowel de mate van energieoverdracht als van de positie van de arm ten opzichte van het lichaam gedurende het moment van inwerkend geweld (Leffert '74). Slechts een zorgvuldig en een zo gedetailleerd mogelijk afgenomen (hetero)anamnese verschaft goed inzicht in het ongevalsmechanisme.

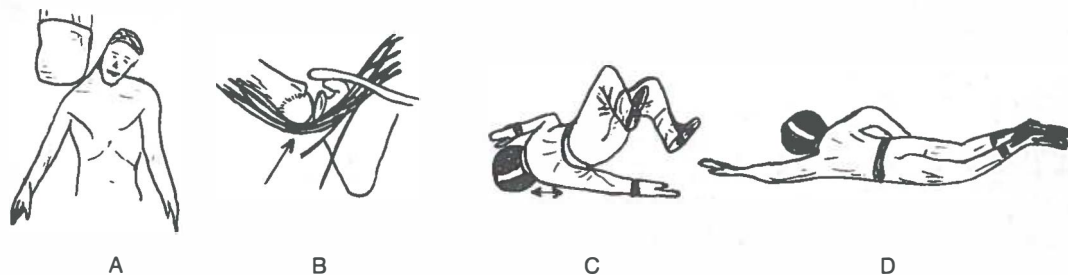
Open letsels

Open plexusletsels kunnen worden onderverdeeld in laag-energetische (bijvoorbeeld scherpe) letsels en hoog-energetische letsels (bijvoorbeeld schotverwondingen). Het onderscheid lijkt arbitrair doch de energieoverdracht bepaalt niet alleen de mate doch vooral de aard van de destructie en hiermee de aard van de behandeling en de prognose. Een scherp letsel (veroorzaakt bij steekverwondingen) vindt plaats in een zeer circumscript gebied en gaat relatief weinig gepaard met beschadiging van omliggende structuren. Daarentegen veroorzaakt een schotverwonding niet alleen directe destructie van weefsel, doch gaat gepaard met een zich voortplantende drukgolf die uitgebreid diffuus letsel op afstand doet ontstaan. Er ontstaat vrijwel altijd een uitgebreide neurologische beschadiging, zelfs zonder macroscopisch zichtbare afwijkingen, variërend van graad 1 tot graad 5 (Brooks '49)! Uiteraard is niet altijd het onderscheid even helder doch de toedracht en de anamnese geven in principe wel een aanwijzing omtrent de te verwachten schade.

Gesloten letsels

Het compressieletsel.

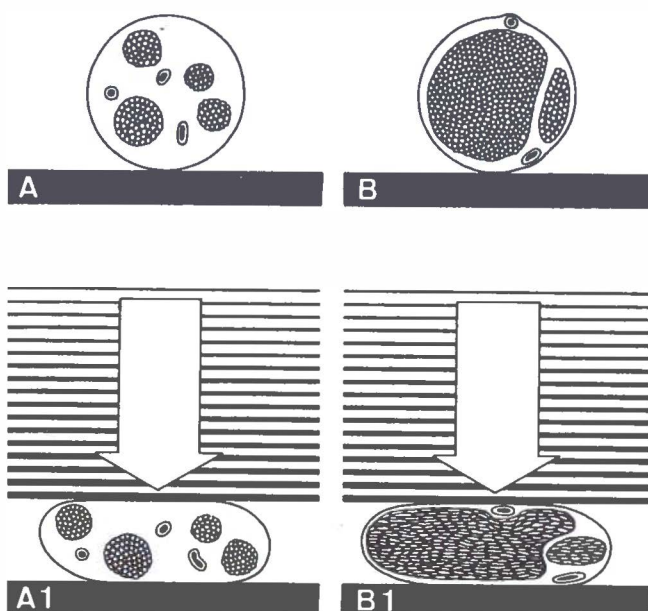
Het compressieletsel is meestal het gevolg van een vallend zwaar voorwerp op de schouder waardoor een direct verbrijzelingsletsel ontstaat van het supraclaviculaire deel van de plexus (Sunderland '78, Bateman '78; zie figuur 4.1.A). Ook chronische druk bij verhuizers (beroeps"ziekte"), bij schieten en bij beoefenaars van american football kan beschadiging van het supraclaviculaire deel van de plexus ontstaan. Het retroclaviculaire deel van de plexus kan worden getroffen door compressie vanuit een gefractureerde clavicula of door callusvorming bij fracturen van clavicula en/of eerste rib. Bekende voorbeelden van de oorzaak van een compressieletsel van het infraclaviculaire deel van de plexus zijn het gebruik van okselkrukken en de veiligheidslijn door alpinisten.



Figuur 4.1. Enkele voorbeelden van de meest voorkomende ongevalsmechanismen.

Overigens zal de mate en de duur van de compressie de prognose bepalen. In de praktijk is de invloed van de duur en de hoogte van de druk niet van elkaar te onderscheiden. Vrijwel altijd zal een combinatie van beiden verantwoordelijk zijn voor het ontstaan van de uitval (MacGregor e.a. '75). Er zijn echter ook aanwijzingen dat bij de lichtere doch langdurige vormen van compressie de functiestoornis het gevolg is van de stoornis in de vascularisatie van de zenuw hetgeen leidt tot ischaemie (Lewis e.a. '31, Causey e.a. '49, Ochoa e.a. '71).

In deze situatie zal stagnatie van de veneuze afvoer leiden tot verhoging van de intrafasciculaire druk (James '61, Sunderland '76), waardoor een vicieuze cirkel ontstaat die leidt tot chronische ischaemie, analoog aan het ontstaan van het compartimentsyndroom van spierloges. De tijdsfactor speelt bij het compressieletsel dus een uitermate belangrijke rol. Bij ernstiger en acute vormen van compressie zal de mechanische component de belangrijkste factor voor het optreden van functiestoornissen zijn (Fullerton '63, Ochoa '72). De weerstand tegen mechanische schade is voor een belangrijk deel afhankelijk van de architectuur van de zenuw (Mumenthaler e.a. '87). De weerstand tegen mechanische druk is groter naarmate de zenuw is opgebouwd uit meerdere fascikels en indien meer epineuraal steunweefsel aanwezig is. In situaties dat een zenuw bestaat uit een of twee grote fascikels en relatief weinig steunweefsel zal de deformiteit van de fascikels groter zijn en de uitval navenant (zie figuur 4.2.).



Figuur 4.2.

Schematische voorstelling van de invloed van druk op een perifere zenuw. In situatie A is er sprake van een zenuw met meerdere fascikels en veel epineuraal steunweefsel, in situatie B bestaat de zenuw uit zeer weinig fascikels en steunweefsel. In situatie B ondergaat de zenuw de meeste vervorming en is dus het meest kwetsbaar.

(Uit: "Läsionen Peripherer Nerven", M. Mumenthaler en H. Schliack, ed. 1987; met toestemming van de uitgever).

Het tractieletsel.

Ook bij tractieletsel is het zinvol vanwege het verschil in prognose onderscheid te maken tussen de zgn. laag- en hoogenergetische letsel. De behandeling kan dan ook tussen de beide vormen verschillen. Bij laag-energetische letsel is in het algemeen sprake van beschadiging graad 1 of 2 volgens Sunderland (vaak een neuropraxie), terwijl bij hoog-energetische letsel de beschadiging gegradeerd kan worden als 2 of hoger (vaak een axono- of neurotmesis). Een laag-energetisch letsel heeft derhalve een gunstiger prognose en mag daarom als relatief goedaardig worden beschouwd. Toch is het verschil

arbitrair en niet eenduidig vast te leggen. Bij tractieletsels is het effect afhankelijk van:

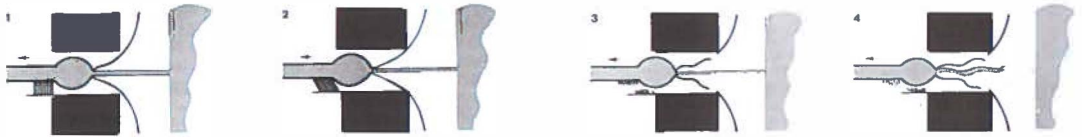
- a - de aanwezigheid van peri- en epineurium (Sunderland e.a.'61, Haftek '70)
- b - de kracht waarmee de tractie wordt uitgeoefend
- c - de tijd gedurende welke de tractie wordt uitgeoefend
- d - de intrafasciculaire structuur (Sunderland '68)

Een klinisch belangrijk en relatief veel voorkomend voorbeeld van een laag-energetisch tractieletsel is de schouderluxatie al of niet gepaard gaande met fracturen van het tuberculum majus of het collum chirurgicum humeri (zie figuur 4.1.B). Een tractieletsel van het infraclaviculaire deel van de plexus is een bekende complicatie van deze schouderluxatie en is toe te schrijven aan een nauwe relatie tussen het glenohumerale gewricht en de distale verankeringspunten van de plexus waardoor gemakkelijk rek van zenuwen over het caput humeri ontstaat (Delbet '10, Stevens '34, Milton '54, Leffert '65, Seddon '72). Volgens Leffert echter wordt het zenuwletsel **direct** veroorzaakt door gefractureerde botdelen (Leffert '65). Bij deze vorm van tractie (en dus verlenging van de fasciculi) ontstaat een afname van de diameter van de fasciculi waardoor compressie ontstaat van de intrafasciculaire structuur. Tevens vindt door rek van de bloedvaten verkleining van het lumen plaats. Beide factoren worden verantwoordelijk geacht voor ischaemische beschadiging die hierdoor ontstaat (Roberts '48, Sunderland '78). Verreweg de meest voorkomende plexusletsels zijn hoog-energetisch zoals voorkomend bij verkeersongevallen. Bevindt de arm zich ten tijde van het ongeval naast de laterale thoraxwand en vindt er een lateroflexiebeweging van het hoofd plaats in contralaterale richting dan worden de hogere cervicale wortels en trunci aangespannen (Barnes '49). Toename van de tractie, bijvoorbeeld door tegelijkertijd optredende depressie van de schouder waardoor de hoek tussen schouder en nek wordt vergroot, veroorzaakt een ruptuur in het hogere plexusdeel en/of een ruptuur van de truncus van C5 en C6 (zie figuur 4.1.C). Treedt er bovendien axiale tractie op van de arm en dus van de neurovasculaire bundel in caudale richting, dan zal door de hefboomwerking van de eerste rib een uitgebreid tractieletsel ontstaan (Stevens '34, Barnes '49, Frykholm '52,) en tevens compressie van de fasciculus posterior tussen de eerste rib en de clavicula. De kans op het ontstaan van zgn. "multi level lesions" neemt hiermee aanzienlijk toe hetgeen een goede diagnostiek bemoeilijkt (Millesi '77, Narakas '78). Het tractieletsel van het infraclaviculaire deel van de plexus is een bijzondere vorm van het hoog-energetische tractieletsel. Uit angiografisch onderzoek is gebleken dat bij hyperabductie of hyperextensie van de arm gecombineerd met endorotatie van de humerus, rek optreedt van de neurovasculaire bundel (Janevski '82). Meer recent is uit kadaveronderzoek gebleken dat gewelddadige vergroting van de scapulohumerale hoek buiten zijn fysiologische grenzen tractie doet ontstaan van het infraclaviculaire deel van de plexus (Coene '85; zie figuur 4.1.D). Het belang van de hyperextensie bij dit mechanisme werd ondermeer aangetoond door Kwaan ('70). Wordt deze beweging gecombineerd met krachtige lateroflexie van het hoofd naar contralateraal dan kan bovendien een totaal plexusletsel ontstaan (Schurr e.a. '84).

Uit meerdere onderzoeken is gebleken dat het craniale deel van de plexus grotere vulnerabiliteit heeft met betrekking tot tractieletsels en rupturen van de truncus (Barnes '49, Fletcher '66, Laplane '68, Wynn Parry '74, Narakas '77) en het lagere deel van de plexus vaker blootgesteld wordt aan wortelavulsie (Sunderland '74, Narakas '82). Op grond van de bevindingen dat een wortelavulsie niet altijd gepaard gaat met afwijkingen bij myelografisch onderzoek (Jaeger '53, Rale '55, Sunderland '74, Taylor '62, Davies '66, Godt '81, Rorabeck '81) ontwikkelde Sunderland de theorie dat voor avulsie zeer waarschijnlijk twee mechanismen verantwoordelijk zijn, een zgn. perifeer en een centraal mechanisme (Sunderland '74). Het perifere mechanisme wordt gekenmerkt door laterotractie van het complex bestaande uit spinale wortel, meningen en ligamentum denticulare (waaraan een stabiliserende functie op het myelum wordt toegedacht (Bonnell e.a.'81; zie figuur 4.3).

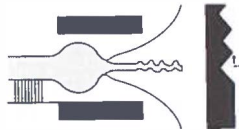
Naarmate de tractiekracht groter wordt vindt een opeenvolging van gebeurtenissen plaats:

1. verscheuring van de aanhechting van de spinale zenuw aan de processus transversus
2. verdere laterotractie van het spinale zenuw-wortelcomplex via het ligamentum denticulare in en door het foramen intervertebrale met een toenemende verplaatsing van het ruggemerg naar lateraal
3. ruptuur van de motore wortels
4. ruptuur van de sensibele wortels
5. ruptuur van meningen
6. totaal continuïteitsverlies van wortelcomplex met ruggemerg



Figuur 4.3. Schematische voorstelling van het perifere tractiemechanisme volgens Sunderland. Voor verklaring zie tekst.

Het centrale mechanisme zou worden gekenmerkt door verplaatsing van het ruggemerg in het wervelkanaal in axiale en/of contralaterale richting onder invloed van een flexie- dan wel flexie-/lateroflexiebeweging van de nekwerfels (Smith '56, Roaf '63, Sunderland '74). Bij deze manoeuvre zou de wortel uit het myelum worden gescheurd en de meningen intact blijven zodat bij cervicaal myelografisch onderzoek de gebruikelijke myelocelen niet worden vastgesteld (zie figuur 4.4). Slechts met behulp van CT scan-onderzoek zou de discontinuïteit van de wortels met myelum aantoonbaar zijn. De verplaatsing van het myelum is duidelijk zichtbaar in figuur 5.3.



Figuur 4.4. Schematische voorstelling van het centrale tractiemechanisme volgens Sunderland.

HOOFDSTUK 5

Diagnostiek

Zoals in hoofdstuk 1 te lezen is wordt de anatomie van de plexus brachialis gekenmerkt door een grote mate van individuele variabiliteit. Dit brengt vanzelfsprekend problemen in de diagnostiek met zich mee. Niet alleen heeft het vaststellen van wortelletzel consequenties, ook is het van belang laesies in de plexus zelf te determineren daar dit de (aard van de) operatieve behandeling zal bepalen. Het grote probleem in de diagnostiek wordt veroorzaakt door de zgn. multi level lesions, dus tractielaesies ter hoogte van truncus en/of fasciculus en de laesies meer distaal in de plexus hetgeen in 71 % van de supraclaviculaire laesies zou voorkomen (Narakas '85).

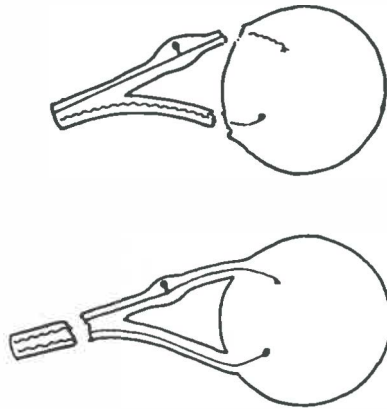


Fig. 5.1. Diagram van het pre- en postganglionaire letsel.

Wanneer er sprake is van een volledige motorische en sensibele uitval zal in de eerste plaats de vraag beantwoord dienen te worden of er sprake is van irreversibel wortelletzel (zie figuur 5.1). Indien dit het geval is moet uitgegaan worden van een tevens als definitief te beschouwen toestand en dient de aandacht te worden verlegd naar functieherstel. In de tweede plaats zullen laesies in de rest van de plexus dienen te worden vastgesteld, enerzijds de mate van de zenuwbeschadiging, anderzijds de omvang van de beschadiging van de plexus zelf. Dit zal met name van invloed zijn op de beslissing of een zenuwreconstructie geïndiceerd is en zo ja, wat de aard van deze reconstructie zal zijn.

Fysisch diagnostisch onderzoek

In de eerste plaats dient onderzoek naar spierkracht plaats te vinden alsmede naar de sensibiliteit en eenduidig te worden vastgelegd. Men dient te letten op gelijktijdig optredend letsel van het skelet en bloedvaten daar dit mede de aard en de omvang van de uitval kan bepalen (Seddon '72). De spierstatus verschaft niet alleen globaal inzicht in de **mate** van zenuwuitval doch evenzeer in de **localisatie** van de uitval. Het sensibiliteitsonderzoek lijkt echter gezien de verschillende en uiteenlopende bepalingsmethoden alsmede de dermatoomoverlapping, beperkte diagnostische waarde te hebben. Een zich ontwikkelend progressief dwarslaesiebeeld en/of een syndroom van Brown-Séquard kan het gevolg zijn van wortelavulsie en een begeleidende haematomyelie en komt in 10% van alle avulsies voor (Thomeer '93). Het vinden van bloedige liquor kan hierbij een bevestigende factor zijn.

In verband hiermee zal onderzoek naar stoornissen in de pyramidebaanfunctie, naar gedissocieerde sensibiliteits-stoornissen, pathologische reflexen en naar sfincterfuncties onderdeel moeten uitmaken van de klinische diagnostiek.

Een enige weken lang aanwezig syndroom van Horner is een aanwijzing voor een supraganglionair letsel ter hoogte van C8 en Th1. Gezien het percentage vals positieven van 14% (Bonney '59, Rorabeck '82) tot 20% (Mumenthaler '87) mag het echter niet als bewijzend worden beschouwd. Bij de ernstige vormen van plexusbeschadiging zou in 20% van de gevallen verscheuring van de a.subclavia voorkomen. Gezien het verloop van de sympathische plexus om deze arterie kan verscheuring hiervan een vals positief symptoom van Horner doen veroorzaken.

Bijzondere aandacht dient te worden geschonken aan het teken Tinel. Hierbij wordt met de vinger op de huid boven de wortel en/of zenuw en in het verloop hiervan gepercuteerd. Tinel maakte in 1915 voor het eerst melding van een tintelende sensatie die enige tijd na een zenuwletsel optreedt bij percussie van die zenuw en waarbij de pathofysiologische basis is gelegen in verhoogde mechanische prikkelbaarheid van ongemyliniseerde delen van sensibele of gemengde zenuwen (Henderson '48). De gewaarwording van deze mechanische prikkeling impliceert een verbinding met het centrale zenuwstelsel en vormt alsdus een diagnosticum voor het klinisch aantonen van pre- of postganglionair letsel. Daar verwacht mag worden dat het herstel van sensibele vezels en van motorneuronen op gelijke wijze verloopt, zou de Tineltest bovendien op indirecte wijze informatie verschaffen omtrent de ingroei van motorneuronen op afstand (Henderson '48, Napier '49). Zeer voorzichtig kan op grond van de intensiteit van de respons een inschatting worden gemaakt over het aantal ingroeïende vezels. Ondanks het feit dat sommige auteurs hier geen duidelijke diagnostische waarde aan toekennen omdat deze sensatie minstens nog 4 maanden na het herstel zou zijn op te wekken (Henderson '49, Seddon '72), brengt Landi echter het nut van het teken van Tinel opnieuw onder de aandacht (Landi e.a. '79). Vooral voor de differentiatie tussen pre- en postganglionair letsel zou dit teken van belang kunnen zijn vanwege zijn prognostische waarde. Er moet echter wel aan bepaalde voorwaarden worden voldaan en de respons dient consequent te worden geïnterpreteerd:

1. percussie vindt plaats in de achterste halsdriehoek en in de fossa supraclavicularis
2. geen respons is suspect voor preganglionair letsel
3. tintelende, prikkelende en/of elektrische sensaties uitstralend in een dermatoom (cerebrale perceptie!) suggereren continuïteit van een wortel (teken van Tinel positief)
4. uitstralende pijn in het verloop van het (re)innervatiegebied is zeer verdacht voor neurinoomvorming
5. Bij vorderen van ingroei van de zenuwvezels verplaatst het triggerpunt zich naar distaal

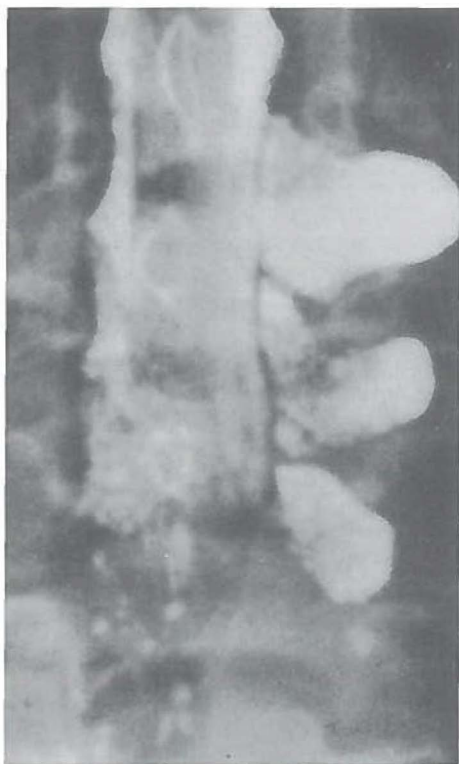
Vergeleken met cervicale myelografie en elektrofysiologische methodieken, en geverifieerd aan de hand van exploratie komt Landi tot een correct klinisch gediagnostiseerd preganglionair letsel van 88%. Hij vraagt zich daarbij terecht af hulponderzoekingen zoveel extra informatie opleveren boven de klinische beoordeling. Ook voor het vervolgen van het herstel van een conservatief beleid en na zenuwreconstructie is het teken van Tinel een zeer bruikbaar hulpmiddel, daar het verminderen of verdwijnen van de normale response een aanwijzing is voor stagnering in de reïnnervatie bijvoorbeeld tengevolge van fibrosering (Millesi '77).

Beeldvormende technieken

Daar neurologisch uitval bij een plexusletsel in principe kan berusten op compressie tussen de eerste rib en de clavicula, of op drukuitoefenende botfragmenten in de omgeving zoals gefractureerde processus transversus op de eerste rib, is blanco röntgenonderzoek van

cervicale wervelkolom, schouder en bovenste thoraxapertuur gewenst. Bovendien zijn fracturen van de eerste rib en de cervicale wervels prognostisch gezien een ongunstig teken, daar zij een fors inwerkend geweld suggereren (Roaf '63, Yeoman '63, Seddon '72, Wynn Parry '87). Ook fracturen van de clavicula en luxatie van de humerus worden in verband gebracht met letsel van de plexus brachialis (zie hiervoor hoofdstuk 4, Pasila e.a. '78).

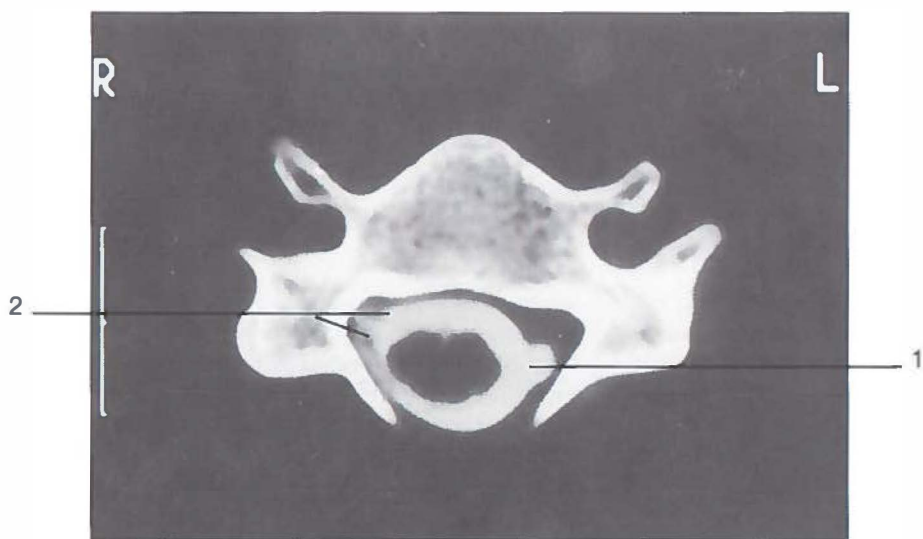
Cervicale myelografie werd voor het eerst toegepast in 1946 en had tot doel het aantonen van het preganglionaire letsel (Murphey e.a. '47). Na intrathecale toediening van een contrastmedium kunnen dan bij een aantal patiënten tekenen van wortelletsel worden aangetoond welke uitvoerig zijn beschreven (Murphy '47, Whiteleather e.a. '54, Seddon '72). Het meest kenmerkende is de contrastophoping in een "pocket", de meningocèle, welke bestaat uit een uitstulping van de arachnoïdea in een door het ongeval ontstane durascheur (zie figuur 5.2).



Figuur 5.2. Het kenmerkende beeld van wortelletsel bij cervicale myelografie.

Al spoedig werd duidelijk dat er een preganglionair letsel aanwezig kon zijn zonder afwijkingen op het myelogram. Dit verschijnsel zou optreden in ongeveer 7,5% (Tarlov e.a. '54). Een andere auteur vergeleek de myelografische gegevens met peroperatieve bevindingen. De serie bestond uit 57 individuen met in totaal 153 myelografisch gediagnosticeerde wortelletfels. Hierbij werd een percentage van 8 % vals negatieven vastgesteld (Frot '73). In de literatuur komt men als maximum 12% tegen (Roger e.a. '87). Al eerder voerde men fibrosering in de cèle en adhaesievorming ter plaatse van de laesie aan als oorzaak van vals negatieve myelogrammen (Hafttek '67, Yeoman '68, Mumenthaler '87). Daarentegen kunnen afwijkingen op het myelogram doorgaan voor traumatische wortelcysten terwijl bij exploratie blijkt dat alle spinale wortels intact zijn! Een belangrijke oorzaak voor vals positieve uitslagen zijn mogelijk congenitale wortelcysten (Godt '81) of

lekkage van contrast uit de duraalzak door een duraruptuur zonder discontinuïteit van de wortels (Narakas '81, Nagano e.a. '89). Het percentage vals positieven schommelt tussen de 4% (Roger e.a. '87) en 9% (Davies e.a. '66). De kans dat er sprake is van vals positieve meningocèles zou het grootst zijn voor die op het niveau van C5, C6 en C7 (Celli '81). De meeste traumatische meningocèles (92%) worden echter zichtbaar gemaakt ter hoogte van de lagere wortels zoals die van C7, C8 en Th1 (Celli '81). Dit is overigens geheel in overeenstemming met de opvatting dat preganglionair letsel hoofdzakelijk voorkomt in de laagcervicale segmenten (Gund '61, Yeoman '68, Sunderland '74, Narakas '85). Wegens de mindere betrouwbaarheid van de betekenis van meningocèles adviseert Narakas dan ook bij de beoordeling van de myelogrammen te zoeken naar de fila radicularia en met name de links-rechts verschillen (Narakas '85). Vanwege de onvolkomenheden in het gebruik van de cervicale myelografie is gezocht naar een methode waarbij het aantal vals positieve en negatieve bevindingen wordt teruggedrongen. Een combinatie van de cervicale myelografie met computertomografie van de voor avulsie suspecte segmenten lijkt op theoretische gronden ideaal, alhoewel publicaties hierover zeldzaam zijn (Marshall e.a. '86). Roger e.a. ('87) komen hiermee tot een correct vastgesteld wortelletsel van 94%, terwijl dit alleen met behulp van myelografie 84% bedraagt. Andere onderzoekers komen in 100 % van de gevallen tot een correcte diagnose van wortelletsel met behulp van CT-myelografie (Von Blum e.a. '89). Bovendien is links/rechts vergelijking mogelijk en doet de inspuiting van een röntgencontrastmedium de betrouwbaarheid nog toenemen. Dit heeft geleid tot het inzicht dat de combinatie van CT scan met myelografie bij diagnostiek van wortelavulsie het onderzoek van eerst keuze is (Zawadski '83, Olsen e.a. '92). In figuur 5.3 wordt een voorbeeld gegeven van een wortelletsel gediagnostiseerd in het eigen patientenmateriaal met behulp met de combinatie myelografie/CT-scanning. De meerwaarde van de computertomografie is gelegen in de herkenning van wortelletsel in gevallen waarin het myelogram als normaal wordt beschouwd. Duidelijk is op de foto te zien de zijdelingse verplaatsing van het myelum, de afwezigheid van ventrale en dorsale wortel aan de linkerzijde en lekkage van contrastmedium richting het wortelkanaal. Een relatief nadeel van de CT-myelografie betreft de geringe visualisatie van het meer perifeer (van de laterale recessus) gelegen deel van de plexus.



Figuur 5.3. Het beeld bij cervicale myelografie gecombineerd met CT-scanning van de niveau's waarop meningocèles worden geconstateerd (1=meningocèle, geen fila radicularia, 2=fila radicularia)

TYPES OF INJURY SUFFERED BY ROOTS OF THE
BRACHIAL PLEXUS

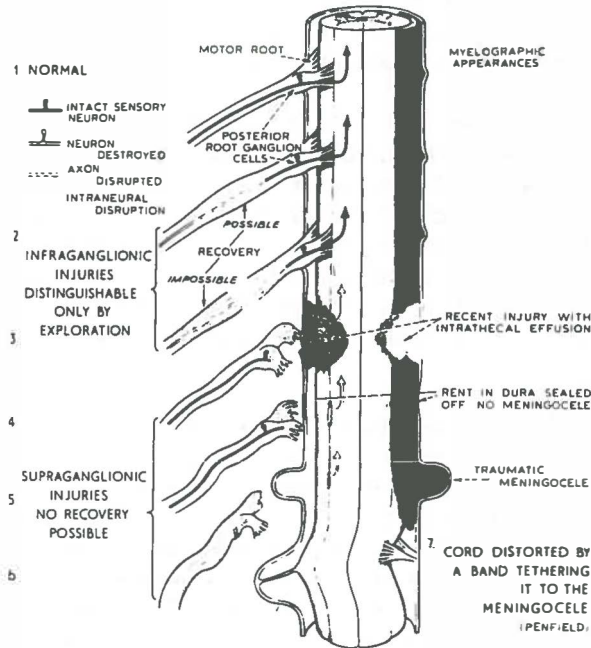


Fig. 5.4. Een schematisch overzicht van de diverse mogelijkheden van presentatie van wortelletsel (uit: "Peripheral nerve lesions", Yeoman e.a. 1976; met toestemming van de uitgever).

In situaties waarin CT-scan onderzoek niet voorhanden is, dient het myelogram in samenhang met het klinische beeld en het EMG te worden beoordeeld. Vergelijking met de contralaterale zijde dient plaats te vinden en er dient te worden gezocht naar onderbreking van het "negatief" beeld van de wortel (Mumenthaler '87). In figuur 5.4. wordt een schematisch overzicht gegeven van de mogelijke (wortel)letsels, de presentatie bij beeldvormende technieken en de consequenties.

Elektrofysiologisch onderzoek

Het EMG.

Het elektromyografisch onderzoek is een methode waarbij de elektrische activiteit (potentiaalverschillen) van spierweefsel wordt afgeleid en vastgelegd. Dit geschiedt met behulp van een concentrische naaldelektrode die in de spier wordt gestoken. De kern van de naald en de naaldschacht zijn via isolatie van elkaar gescheiden waarbij de naaldschacht de indifferente elektrode vormt. Het potentiaalverschil wordt gemeten tussen beide elektroden en met behulp van oscilloscoop danwel luidspreker na signaalversterking zichtbaar respectievelijk hoorbaar gemaakt. In verband met het gebruik van het EMG als onderzoeksmethode zal hierop verder worden ingegaan. De basis van het EMG onderzoek bij zenuwlaesies wordt gevormd door de registratie van motorunitactiepotentialen (MUAP) gedurende willekeurige aanspanning van de spieren. Men noemt het geregistreeerde potentiaalverschil het MUAP, dat bestaat uit de summatie van alle bijna gelijktijdig tot ontlading komende spiervezels behorende bij een motorunit in de nabijheid van de

naaldelektrode. Hierbij kunnen de volgende kwaliteiten worden onderscheiden en beschreven:

- de duur van de MUAP; de bepaling vindt doorgaans plaats door schatting volgens algemeen geaccepteerde methoden. De normaalwaarde behorende bij de lange zenuwen in de extremiteiten van de normale proefpersonen schommelt rond de 10 msec.
- amplitude; deze varieert normaal tussen de 500 en 3000 V.
- vorm van de potentieelverandering; afhankelijk van aantal malen waarop de curve de basislijn kruist onderscheidt men bi-, tri-, quadri- of polyfasische MUAP.
- het aanspanningspatroon bij maximaal aanspannen; wanneer de MUAP duidelijk te onderscheiden zijn spreekt men van een enkelvoudig patroon. Is de basislijn niet meer zichtbaar en kunnen geïsoleerde MUAP niet meer worden onderscheiden dan spreekt men van een interferentiepatroon. In de overgangsfase tussen beide patronen heeft men te maken met een gemengd patroon.

2-4 Weken na een neurogene laesie ontstaan karakteristieke ontladingen in de spiervezels welke bij introductie van de naald in de gedenerveerde spier als fibrillaties en positief scherpe golven worden geduid. Zij worden ook wel denervatie-potentialen genoemd. Zij worden beschouwd als spontane ontladingen door veranderingen in de spiervezel-membraan tengevolge van denervatie. De fibrillatiepotentialen zijn mono-, bi- of trifasisch van vorm. De spreiding van de amplitude bedraagt 20-500 V en de duur varieert tussen 0,5-5 msec (Buchtaal '66, Notermans '81). Positief scherpe golven zijn monofasisch met een gemiddelde amplitude van 130 V en de duur varieert volgens sommige onderzoekers tussen de 2-100 msec (Notermans '81) en volgens anderen tussen 1-7 msec (Buchtaal '66). Het belang van de denervatiepotentialen is met name gelegen in de niveaubepaling bij de diagnostiek van het plexus brachialisletsel. Uiteraard is ook een subtotale of partiële laesie van een zenuw mogelijk. Bij elektromyografie ziet men dan denervatiepotentialen gecombineerd met een afwijkend aanspanningspatroon. De aard van het aanspanningspatroon is daarbij afhankelijk van het aantal nog intacte vezels.

Zoals in hoofdstuk 2 is uiteengezet, kan na een neurogene laesie herstel optreden, d.w.z. dat er vanaf stadium 2 axonuitgroei plaatsvindt door de endoneurale buis. Na heringroei in de spier wordt in het begin met enkele spiervezels contact gemaakt. Men registreert dan bij een (poging tot) aanspanning laaggevolteerde MUAP (reïnnervatiepotentialen). Bij verdere ingroei en (collaterale) sprouting zal het aantal functionerende spiervezels per motor unit toenemen en dientengevolge de amplitude. Ook de dichtheid van het aantal functionerende vezels in het gebied van de insertieplaats van de elektrode kan voor een deel de hoogte van de reïnnervatiepotentialen bepalen. Door variatie in lengte en geleidingssnelheid in de eindtakjes en variatie in overdrachtstijd in de motore eindplaat zijn de reïnnervatiepotentialen polyfasisch van vorm, relatief breed en hooggevolteerd.

Bij slechts enkele functionerende motorunits ziet men een enkelvoudig patroon. Neemt het aantal functionerende motorunits verder toe dan spreekt men van een arm-gemengd of gemengd patroon. Klinisch komt een enkelvoudig patroon globaal overeen met een spierkracht graad 1-2 gemeten volgens de MRC en een gemengd patroon met een kracht graad 3-4 (Notermans '81). In sommige gevallen van een enkelvoudig patroon kan er klinisch sprake zijn van een kracht graad 3 mits er sprake is van "grote" MUAP. Bij voortschrijden van de reïnnervatie worden de MUAP breder en krijgen zij een grotere amplitude. Het is mogelijk dat veranderingen in het EMG die wijzen op regeneratie enige weken op klinisch merkbare veranderingen vooruitlopen. Het EMG onderzoek is niet alleen van belang voor de bepaling van de hoogte van de laesie doch is een nuttig hulpmiddel bij follow up en het stellen van een prognose (Von Wagner '81). Sommige onderzoekers menen dat met behulp van EMG van de diepe nek-musculatuur gedifferentieerd kan worden tussen supra- en infraganglionair letsel (Buffalini '69, Yiannikas '83).

Sensibele actiepotentialen.

Tengevolge van het intact blijven van de sensibele dendrieten bij preganglionair letsel (Bonney e.a. '58) wordt bij afleiden van de sensibele actiepotentiaal een normale respons verkregen, terwijl het overeenkomstige huidareaal anaesthetisch is. Bij een postganglionair letsel is de amplitude verlaagd of afwezig, de vorm vaak polyfasisch en de duur verlengd. Tevens kan de sensibele geleidingstijd zijn verminderd (Benecke e.a. '80). Bij stoornissen in de myelinisatie kunnen bij stimulering van de zenuw vertraagde responsen worden vastgesteld. Dit kan bijvoorbeeld het geval zijn bij een partiële laesie zonder denervatiepotentialen en prikkeling proximaal van de laesie. Wanneer echter bij een partiële laesie voldoende intacte vezels zijn bewaard kan er sprake zijn van een normale geleidings-snelheid. Bij stimulering distaal van de myelinisatiestoornis blijven de geleidingssnelheden echter normaal.

Het bovenstaande kan eveneens geobjectiveerd worden door combinatie met afleiden van potentiaalverschillen van de sensibele cortex met behulp van signaalversterking; men spreekt dan van "(somato)sensory evoked potentials" (SSEP). Hierbij worden dan vaak tevens afleidingen gemaakt ter hoogte van de cervicale segmenten (Zalis '70, Rosen '77, Jones '79). Het blijkt dat het nut van de hierboven genoemde methoden is gelegen in de gecombineerde toepassingen (Jones '79).

Uit de literatuur blijkt vooralsnog geen overeenstemming over de exacte indicatiestelling, het aantal vals positieven, het aantal vals negatieven en/of de problematiek bij het interpreteren van de geregistreerde onderzoeksgegevens. Sommige onderzoekers verklaren dat met behulp van SSEP slechts een schatting gemaakt kan worden van de mate van zenuwletsel (Stohr '81). Anderen blijven van mening dat grote moeilijkheden ontstaan door het gelijktijdig voorkomen van pre- en postganglionair letsel, het dermatoom-overlap en de relatief grote variabiliteit tussen links en rechts (Yannikas '83).

HOOFDSTUK 6

Behandeling

Bij de behandeling van letsels van de plexus brachialis moet onderscheid gemaakt worden tussen de curatieve behandeling in de vroege fase en de reconstructieve behandeling in de late fase. Onder de vroege fase wordt verstaan een periode van 6 maanden vanaf het ongeval. Deze termijn wordt beschouwd als de uiterste periode waarbinnen een zenuw-reconstructie met enig succes kan worden uitgevoerd (Millesi '80). Onafhankelijk hiervan, doch hoofdzakelijk in de vroege fase, is niet alleen de conservatieve, doch ook de chirurgische behandeling gericht op preventie van blijvende stoornissen. Daarnaast zullen de restcapaciteiten zo optimaal mogelijk moeten worden benut. In de late fase zijn restverschijnselen uitgekristalliseerd en komt de patient mogelijk in aanmerking voor reconstructieve procedures. Hierbij wordt gepoogd permanente stoornissen te reduceren en verloren gegane functies te herstellen. Een zo vroeg mogelijk begin van de tweede fase biedt hierbij diverse voordelen. In de eerste fase zal de vraag gesteld moeten worden of er een indicatie bestaat voor een exploratieve ingreep en zo ja, wat daar dan de mogelijkheden van zijn. Het antwoord op deze vragen wordt bepaald door het spontane herstel gedurende de eerste 2 à 3 maanden, de periode waarin een axonotmesis mag worden verondersteld bij uitblijven van herstel (Millesi '80, Narakas '81). Hierbij dient te worden overwogen dat met de algemene invoering van het operatiemicroscoop halverwege de jaren '70 de indicatiestelling voor de exploratie ruimer zou kunnen worden gehanteerd.

De conservatieve behandeling

In het algemeen is een afwachtende houding gerechtvaardigd bij compressieletsels (Leffert '74), low energy tractieletsels als complicatie van bijvoorbeeld een schouderluxatie (Narakas '81, Youman '82) en infraclaviculaire laesies (Leffert '70, Seddon '72, Youman '82). Een andere groep waarbij geen indicatie tot operatieve therapie bestaat is die waarbij met behulp van cervicale myelografie irreversibel wortelletsel kan worden aangetoond (Millesi '80, Narakas '81, Youman '82, Kline'83), alhoewel tegenwoordig veelal een neurotisatie zal worden overwogen.

Zoals zoeven vermeld, zal het belangrijkste aandeel zijn gelegen in preventie van stoornissen, zoals contractuurvorming, atrofie van intacte spiergroepen en de algemene toestand van de hand en/of arm, mede gezien de dikwijls aanwezige anaesthesie waardoor gemakkelijk verwondingen kunnen ontstaan. De noodzakelijke vormen van behandeling dienen multidisciplinair plaats te vinden, zowel op het niveau van de curatieve zorg als op het niveau van revalidatie (Wynn Parry '81).

Uit het oogpunt van resocialisatie verdient het aanbeveling de diverse vormen van conservatieve behandeling poliklinisch te laten plaats vinden (Brewerton e.a. '72, Wynn Parry '79). De aard en de ernst van nevenletsels zouden derhalve de indicatie tot klinische revalidatie moeten bepalen.

Fysiotherapie.

De fysiotherapeut zal met passieve oefentherapie trachten de mobiliteit van de gewrichten te onderhouden en proberen verkorting van spieren te voorkomen. Aangezien in de late fase een schouderarthrodese een potentiële optie is, dient de mobiliteit van het scapulo-thoracale "gewricht" eveneens te worden onderhouden. Bedreigde spiergroepen zijn vooral de flexoren van de vingers, de pols en de elleboog. Bovendien moet worden vermeld dat het gebruik van een (hemi)sling wordt afgeraden wegens de grote kans op het ontstaan van een therapieresistente flexiecontractuur van de elleboog (Frampton '84). Het bij de therapie betrekken van naaste familieleden kan het beoogde effect verhogen, evenals het gebruik

van een huisoefenschema. Afhankelijk van eventueel beperkende nevenletsels dienen zowel niet-paretische als paretische spieren, c.q. spiergroepen, waaronder ook (eventueel niet-paretische) scapulafixerende musculatuur, te worden getraind volgens het principe van de proprioceptieve facilitatie (Wynn Parry '81). Er bestaat geen indicatie tot faradisch prikkelen van musculatuur uit het oogpunt van atrofiepreventie (Boonstra '84). De fysiotherapeutische behandeling dient plaats te vinden, bij voorkeur in de vorm van frequente kleine sessies, tot een eindtoestand is bereikt. Evenmin bestaat er een indicatie tot langdurig voortzetten van de fysiotherapie doch dient de betrokkene gestimuleerd te worden zijn oorspronkelijke dagelijkse activiteiten en hobbies te hervatten (Wynn Perry '81, '87).

Compensatoire bewegingen.

Gedurende het stadium van de volledige uitval verdient het aanbeveling de patient compensatoire bewegingen ("trick movements") te leren waarmee men zijn functionaliteit aanzienlijk kan verhogen. In het algemeen wordt hier weinig aandacht aan geschonken zodat een kort overzicht van deze compensatoire mogelijkheden op zijn plaats is. Bij abductiezwakte van de schouder tengevolge van een geïsoleerde uitval van de m. deltoideus bij een neurogene laesie van de n. axillaris is abductie van de schouder mogelijk d.m.v. een vloeiende continue beweging bestaande uit een exorotatie van de humerus, abductie tot circa 70 door aanspanning van de m. supraspinatus en contractie van de m. biceps, alsmede contractie van de m. pectoralis. De voltooiing van de abductiebeweging verkrijgt men tenslotte door aanspanning van de m. serratus anterior (Wynn Parry '84). Uit eigen waarneming is gebleken dat extensiezwakte van de elleboog kan worden gecompenseerd door bij maximale supinatie van de onderarm de pols extensoren aan te spannen. Daarentegen blijkt uitval van de m. biceps gecompenseerd te kunnen worden door de onderarm tot in het transversale vlak te zwaaien en vervolgens te stabiliseren m.b.v. de m. brachioradialis. Een andere methode is die, waarbij bij maximale pronatie van de onderarm en pols extensoren worden aangespannen. Paralyse van de vinger extensoren kan gedeeltelijk worden gecompenseerd door aanspanning van de mm. interossei. Uitval van de extensiemogelijkheid van de duim kan in sommige gevallen worden overgenomen door contractie van de m. abductor pollicis brevis of longus. Bij gestoorde palmar abductie van de duim tengevolge van uitval van de m. abductor pollicis brevis kan een soortgelijk effect verkregen worden door contractie van zowel de m. flexor pollicis longus als van de m. extensor pollicis longus (cocontractie). Een gestoorde oppositie tengevolge van uitval van de m. opponens kan in vele gevallen worden gecompenseerd door aanspanning van de m. flexor pollicis longus alsmede de m. interosseus dorsalis. Gestoorde adductie van de duim kan worden gecompenseerd door aanspanning van de m. flexor pollicis longus. Een stoornis in de abductiefunctie van de vingers bij uitval van de intrinsieke musculatuur kan door gebruik te maken van de lange extensoren van de vingers worden gecompenseerd. Tenslotte kan een stoornis in de adductiefunctie van de vingers worden gecompenseerd door aanspanning van de lange flexoren en relaxatie van de lange extensoren.

Ergotherapie.

De indicatie voor ergotherapeutische interventie wordt in de subacute fase bepaald door de aanwezigheid van beperkingen in de activiteiten van het dagelijks leven (ADL). Indien noodzakelijk zal tot verstrekking van ADL-hulpmiddelen worden overgegaan ten behoeve van bij voorbeeld eten met aangepast bestek en voorzieningen die aan-/uitkleden gemakkelijk maken. Vanaf het moment dat met elektromyografie tekenen van reïnnervatie zijn aangetoond zal de ergotherapeutische aandacht gericht worden op specifieke activiteiten zoals training van coördinatie, proprioceptie, sensibiliteit en functioneel gerichte training (Wynn Parry '76 '81). Zolang geen tekenen van reïnnervatie in een afunctionele

hand en/of arm aanwezig zijn zullen ergotherapeutische activiteiten zijn gericht op eenhandig functioneren. De keuze tussen zo spoedig mogelijk gestarte eenhandigheids-training met het doel zelfredzaamheid te bespoedigen en streven naar de oorspronkelijke (twee) "handigheid" is dikwijls moeilijk.

Het blijkt dat een stoornis in de sensibiliteit belemmeringen in de functionaliteit kan opleveren. Elders wordt daarom grote waarde toegekend aan training van de stereognosie na aangetoonde reïnnervatie, de "sensible reeducation"(Wynn Parry'81).

Hierbij tracht men de patient verschillende materialen en voorwerpen te laten herkennen op de tast. Dit leerproces vereist een zekere intelligentie alsmede doorzettingsvermogen, zodat deze aspecten bij de indicatiestelling dienen te worden betrokken.

Tot de taak van de ergotherapeut behoort eveneens evaluatie van de activiteiten in de vrije tijd sfeer. Aanpassingen die het uitoefenen van een hobby mogelijk maken behoren tot de mogelijkheden. Ook kan de ergotherapeut voorzieningen en/of aanpassingen welke verloren gegane functies weer mogelijk maken of compenseren, adviseren en hierin training geven. Aldus kan ook een aanzet gegeven worden tot terugkeer in de eigen werksituatie.

Orthesevoorziening

Door sommige auteurs wordt een orthesevoorziening in de (sub)acute fase aanbevolen in de vorm van een schouderabductiespalk gedurende de eerste 4-6 weken na het ongeval waarbij de arm in 60 graden abductie en anteflexie, en geringe exorotatie is gepositioneerd (Barnes '49, Schuler '58, Fleming '65). Het doel hiervan is vermindering van de spanning in met name het supraclaviculaire deel van de plexus zodat adaptatie van de gelaedeerde structuren kan ontstaan. In Nederland is deze procedure echter niet gebruikelijk.

Gedurende de fase waarin de uitvalsverschijnselen op de voorgrond staan moet in meerdere gevallen ook worden overgegaan tot functionele orthesevoorziening. Het doel hiervan is het tegengaan van contracturen, het ondersteunen van enige functie in de aangedane arm, verminderen van tractie van de aangedane spieren, pijnverlichting na het ongeval en trachten de arm te handhaven in het lichaamsschema, zodat geen eenhandigheid in een te vroeg stadium zou ontstaan (Perry e.a. '74, Wynn Parry '81). De orthese dient voor een belangrijk deel ter ondersteuning van de bovenarm waardoor subluxatie van het glenohumerale gewricht wordt tegengegaan. Deze subluxatie wordt verantwoordelijk geacht voor het ontstaan van pijnklachten tengevolge van tractie aan de neurovasculaire bundel.

Uit eigen waarneming blijkt bovendien subluxatie gepaard te gaan met een als onaangenaam ervaren gevoel van instabiliteit. In het algemeen wordt gebruik gemaakt van orthesen in de vorm van de Roehampton splint (Wynn Parry '74) en de in Groningen voorgeschreven en gebruikte draagorthese type WILMER in situaties waarbij een volledige abductiestoornis met subluxatie van het glenohumerale gewricht bestaat (Cool '76) of modificaties van beiden (figuur 6.1).

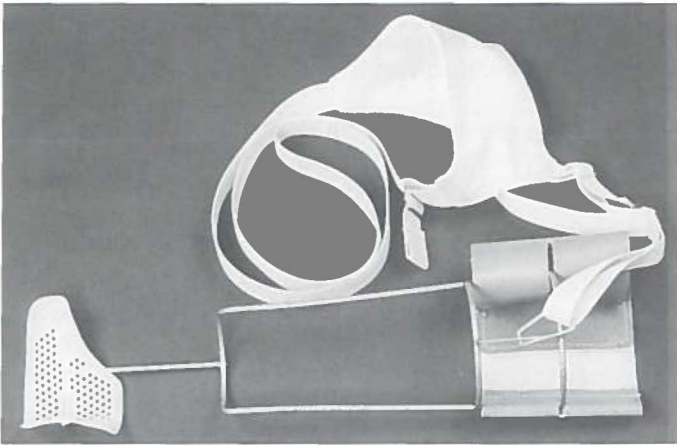


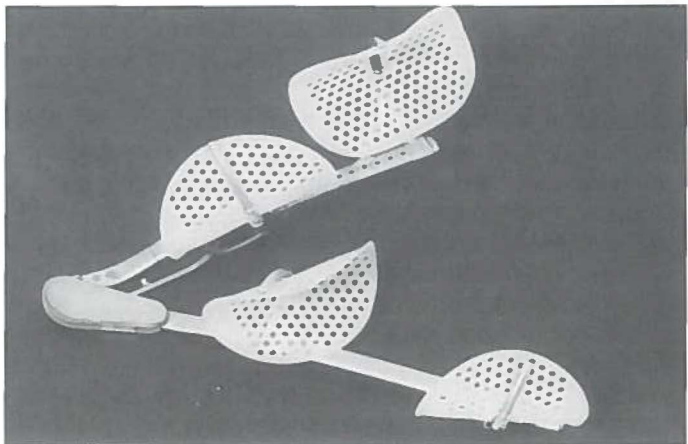
Fig. 6.1. De WILMER draagorthese.

Bij uitval van de buigers van de elleboog kan een orthese worden voorzien van een elleboogscharnier, waarbij een slotmechanisme ervoor zorgt dat de onderarm in verschillende posities kan worden gefixeerd. Bij uitval van de pols extensoren kan de orthese met een speciale voorziening worden uitgebreid, waarbij door ondersteuning in de handpalm de functionele stand van het polsgewricht zo veel mogelijk wordt nagestreefd (cock-up voorziening).

Een vervolg op de WILMER draagorthese kwam in de vorm van een elleboog-pols(-hand) orthese, ontworpen door de ontwikkelaars van de draagorthese (figuur 6.2). De WILMER elleboogorthese dient ter stabilisatie van de onderarm en eventueel de pols en/of de hand in situaties waarbij sprake is van een glenohumerale arthrodese of een natuurlijk stabiel schoudergewricht.

Bij uitval van de n. ulnarismusculatuur kan een speciaal gevormde handorthese een corrigerende invloed uitoefenen op de metacarpale boog waarmee een grijpfunctie gefaciliteerd wordt.

Van groot belang is dat de orthesen een goed draagcomfort hebben en niet te groot in omvang zijn, daar dit sterk bepalend kan zijn voor de motivatie van de betrokkene (Wynn Parry '81). Andere factoren die bij de indicatiestelling dienen te worden meegewogen zijn de cosmetiek van de orthese, de duurzaamheid, de beoogde functie in relatie tot de (rest)functie van de hand en/of de arm en de motivatie van de patient tot het dragen.



Figuur 6.2. De WILMER elleboogorthese.

Het pijnsyndroom

Bij plexus brachialisletsels kunnen verschillende vormen van pijn ontstaan met elk een verschillend ontstaansmechanisme. Er kan onderscheid worden gemaakt tussen de volgende vormen van pijn:

- neurinoompijn: na een zenuwlaesie zullen vezels spontaan de neiging gaan hebben te gaan uitgroeien. Altijd betreffen dit ongemyeïniseerde vezeldelen welke gevoelig zijn voor mechanische prikkeling. Bij prikkeling ontstaat een uitstralende "elektrische" sensatie. Wanneer het proces van sprouting belemmerd wordt door fibrosevorming kunnen neurinomen ontstaan die gevoelig zijn voor druk.
- causalgie: dit pijnsyndroom kan ontstaan bij een partieel zenuwletsel en wordt gekenmerkt door een brandende pijn en dysaesthesiën en/of hyperpathie. Vegetatieve reacties in de vorm van gestoorde circulatie en hyperhydrosis komen voor.
- deafferentiatiepijn: in het algemeen de meest voorkomende vorm (Wynn Parry '80) nl. in ongeveer 50% van alle plexuslaesies en in 60% (Thomas '93) tot 90% (Wynn Parry '87) van alle wortelavulsies. Deze pijn wordt gekenmerkt door een continue zeurende en brandende pijn soms alsof de arm of hand in een bankschroef zit. Zodra een patient wakker wordt is de pijn weer aanwezig. Deze pijn gaat vaak gepaard met aanvallen van schietende pijn die enkele seconden duren. Dit pijnsyndroom heeft na circa 6 weken zijn hoogtepunt bereikt en kan zich in sommige gevallen jaren handhaven. De pijnklachten kunnen dramatisch verergeren bij intercurrente banale infecties en bij koud weer. Het wordt hoofdzakelijk gezien bij wortelavulsies en de meer ernstiger vormen van proximale (truncus)rupturen. Alhoewel de meeste klachten bij de meeste patienten met het toenemen van het aantal jaren na het ongeval afnemen, blijft er een percentage van 2-7 % van de personen met wortelavulsie behept met ernstige pijnklachten (Wynn Parry '81).

De neurinoompijn kan conservatief worden behandeld met middelen die de celmembraan stabiliseren zoals carbamazepine en amitriptyline. Ook effectief kan de locaalinfiltratie zijn met corticosteroiden. In uiterst hinderlijke en therapieresistente gevallen kan exploratie uitkomst bieden waarbij een neurolysis plaats vindt eventueel gepaard gaande met opnieuw "begraven" van een zenuwstomp.

De causalgie zal in eerste instantie worden behandeld met carbamazepine of amitriptyline. Ook de toepassing van transcutane zenuwstimulatie (TENS) behoort tot de behandelopties. De deafferentiatiepijn kan vaak met dezelfde medicamenten worden behandeld. Het effect is echter onvoorspelbaar en zeer individueel bepaald. Bij personen met een deafferentiatiepijnsyndroom blijkt echter afleiden van de aandacht door bijvoorbeeld werk of hobby aanzienlijk effectief in 60%. Bij alle vormen van pijn kunnen ontspanningsoefeningen een belangrijke verlichtende rol spelen. Ook interventie met een positieve uitwerking op de stemming is van groot belang daar de stemming een zeer sterk stempel drukt op de pijnbeleving. Zelfmanipulatie en TENS blijken effectief in eveneens 60% (Wynn Parry '79, '87). Beiden kunnen waarschijnlijk worden beschouwd als een vorm van neuromodulatie. Het effect van de transcutane zenuwstimulatie is omgekeerd evenredig met het aantal gelaedeerde wortels (Wynn Parry '80). Volgens dezelfde auteur dient het effect van TENS uitgebreid gedurende een korte klinische opname van enige dagen tot weken te worden geëvalueerd. Door middel van een blokpuls van 50-500 μ s, een stroomsterkte van maximaal 60 mA en een puls frequentie van 40-60 Hz, vindt prikkeling plaats van gemyeïniseerde A afferente zenuwen. Deze A afferenten zouden vervolgens een inhiberende werking uitoefenen op spontaan vurende gelaedeerde zenuwvezels (Wall e.a. '74). De plaatsing van de elektroden dient empirisch te worden vastgesteld (Wynn Parry '81). De toepassing van de sympathicusblokkade en/of sympathectomie bij de behandeling van pijn die berust op wortelruptuur of -avulsie, is uit rationeel oogpunt nutteloos daar in elk geval bij avulsie van de wortels C8 en Th1 reeds sprake is van een traumatische sympathectomie. Ook (neuro)chirurgische ingrepen zoals chordotomie, rhizotomie en coagulatie van thalamuskernen moet als obsoleet worden beschouwd, daar op kunstmatige

wijze deafferentieatie wordt toegevoegd aan reeds bestaande deafferentieatie. Na tijdelijke verlichting ligt terugkeer van het pijnsyndroom (soms in nog heviger mate) in de lijn der verwachting (Wynn Parry '79).

In uiterste onbehandelbare gevallen kan coagulatie van de substantia gelatinosa in de dorsale hoorn op het niveau van de laesie worden overwogen (Nashold e.a. '76). In een naonderzoek naar de effecten hiervan bij 44 personen met een avulsieletsel bleek bij 80% ook na een jaar redelijk tot goed effect aanwezig (Thomas '93). Een voorwaarde is dat over het gehele traject laesies worden aangebracht (zgn. "columnar lesions").

Als complicaties werden beschreven motorische uitval (8), sensibiliteitsstoornissen (4), blaasfunctiestoornissen (1) en impotentie (1).

Concluderend kan worden gesteld dat het deafferentiatiesyndroom moeilijk te behandelen is. Conservatieve maatregelen hebben de absolute voorkeur waarbij het gebruik van TENS de voorkeur heeft vanwege het pijnloze en niet-invasieve karakter. Het toepassen van antiepileptica vormt een tweede keus waarbij het effect zich echter niet of nauwelijks laat voorspellen. Coagulatie van de substantia gelatinosa dient gereserveerd voor alle niet op de hiervoor genoemde methoden reagerende pijnsyndromen. In alle gevallen dient te worden gestreefd naar afleiding in de vorm van een veeleisend beroep of vrije tijdsbesteding.

Exploratie en zenuwreconstructie bij tractieletsels

De problematiek bij de operatieve behandeling draait om de vraag of er sprake is van een operatieindicatie en zo ja welke techniek moet worden toegepast teneinde gelaedeerde zenuwen te reconstrueren. Een operatieindicatie bij de gesloten (tractie)letsels wordt duidelijk geformuleerd door o.a. Millesi ('67, '77), Samii e.a. ('72), Leffert ('74), Lusskin e.a. ('73), Kretschmer ('75, '81), Narakas ('81), Alnot ('81, '87), Allieu ('82), Solonen ('84), Kline ('83) en Thomeer ('91).

Allen opereren het postganglionaire letsel met volledige uitval zonder aanwijzingen voor reïnnervatie. Door Millesi en Narakas wordt zeer veel waarde toegekend aan het teken van Tinel:

- 1 - een positief teken van Tinel in de subacute fase maakt in samenhang met elektromyografische en/of klinische uitval een postganglionaire laesie zeer waarschijnlijk.
- 2 - verdwijnen van het Tinel teken zou stagnatie in de reïnnervatie betekenen.

In beide bovenstaande situaties zou exploratie zijn gerechtvaardigd (Millesi '77, Narakas '81). Het lijkt van groot belang om preoperatief een aantal factoren te evalueren die het uiteindelijke operatieresultaat nadelig kunnen beïnvloeden en die dus mogelijk mede bepalend zijn voor het stellen van de operatieindicatie (Wynn Parry '81). De volgende voorwaarden kunnen daarbij worden gehanteerd:

- de betrokkene dient voor 100% gemotiveerd te zijn voor de ingreep
 - de betrokkene dient goed gemotiveerd te zijn voor een langdurige en intensieve revalidatiebehandeling
 - de trofische toestand van de arm dient optimaal te zijn
 - er dienen geen ernstige contracturen aanwezig te zijn
 - er dienen bij voorkeur geen nevenletsels aanwezig te zijn in de vorm van vaatletsels, intraarticulaire comminutieve elleboog- en/of onderarmfracturen.
 - de ingreep dient daadwerkelijk bij te dragen aan verbetering van de functionaliteit.
- Preoperatief dient in twijfelgevallen een functieanalyse door een ergotherapeut te worden verricht.

De zenuwreconstructie.

Bij de operatieve behandeling van plexus brachialisletsels beschikt men over een groot aantal mogelijkheden: De zenuwnaad, de epineurolysis, de interfasciculaire neurolysis, transplantatie van autologe zenuw en de neurotisatie. De beschrijving van deze technieken

valt buiten het bestek van dit onderzoek en verwezen wordt naar de daarvoor bestemde handboeken (Tubiana '81). Toch zullen in het kort enige karakteristieken worden aangegeven.

De zenuwhechting, primair of secundair, wordt gekenmerkt door een end-to-end anastomose van de oorspronkelijke strompen van de gelaedeerde zenuw. Met behulp van het operatiemicroscop wordt getracht een verbinding tot stand te brengen tussen hetzij de fascikels afzonderlijk, hetzij het epineurium. Bij een scherpe doorsnijding heeft de techniek van de primaire zenuwnaad de voorkeur (Leffert '70, Millesi '77, Youman '82).

Bij de epineurolysis vindt excisie plaats van fibrosis waarbij het perineurium intact wordt gelaten. De decompressie van de fascikels die hierdoor ontstaat zou een gunstige uitwerking hebben op de reïnnervatie. De epineurolysis wordt gepropageerd door Bateman ('49), Pecinka ('60), Maurer ('62), Narakas ('73, '81), Alnot ('81), Kline ('83) en Solonen ('84). Narakas met name zag in een serie van 13 patiënten een bevredigend resultaat van 61%.

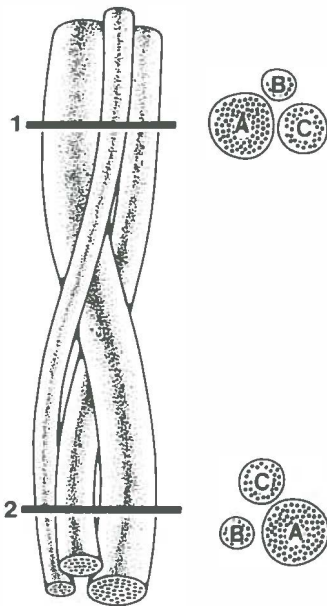
Er bestaat geen significant verschil tussen de supra- en infraclaviculaire laesie. Geen verbetering na epineurolysis werd geconstateerd door Brooks ('49), Lange ('62), Seddon ('72) en Rorabeck ('81). De indicatie betrof in alle gevallen een stagnerend herstel.

Met de invoering van het operatiemicroscop vond tevens de interfasciculaire neurolysis ingang. Hierbij wordt fibrosis geëxcideerd binnen het epineurium, terwijl het endoneurium intact wordt gelaten. Lusskin claimt hiermee een redelijk goed herstel in 13 van de 17 patiënten (Lusskin '73). Solonen ('84) en Kline ('83) beschrijven een redelijk goed herstel in 75% respectievelijk 66% in hun series van elk 24 personen. Bovendien bleek dat het resultaat van de interfasciculaire neurolysis van het supraclaviculaire deel van de plexus aanmerkelijk beter was dan van het infraclaviculaire deel (Kline '83, Solonen '84). Narakas tenslotte, beschrijft een acceptabel herstel van 52% bij 29 personen.

De techniek van transplantatie van autologe kabeltransplantaten waarbij gebruik gemaakt wordt van de n. suralis, is thans een algemeen aanvaarde techniek. Opvallend is dat voor routinematig gebruik van het operatiemicroscop geen significante verbetering in functioneel resultaat werd gemeld (Brooks '49, Rohr '58, Bonney '59, Pecinka '60, Weber '62, Drake '64, Merle d'Aubigne '67, Seddon '72, Sedel '82, '88). Ondanks het matige resultaat van 26% bij 65 patiënten bij Alnot ('81), wordt door Narakas ('85) een bruikbare functie verkregen in 50-80% van de grafts. Ook Kline ('83) beschrijft een redelijk goed resultaat bij 48% bij 89 patiënten. Reconstructie van het infraclaviculaire deel wordt afgeraden daar het te overbruggen traject naar de spier dermate groot is dat in de tijd die hiermee is gemoeid irreversibele spieratrofie ontstaat (Youman '82, Kline '83).

Factoren die het welslagen van operatieve zenuwreconstructie nadelig kunnen beïnvloeden zijn contaminatie van het wondgebied met microorganismen ten tijde van het ongeval, de mate van zenuwbeschadiging, de aard van de zenuwbeschadiging, primaire fibrosering in en om de zenuw alsmede het mobiliseren van de zenuwstrompen over een groot gebied waarbij door tractie en/of het vrijprepareren van de zenuwvezels additionele schade toegebracht kan worden in de vorm van vascularisatiestoornissen van de fasciculi hetgeen dan resulteert in secundaire fibrose (Narakas '81, Wynn Parry '81, De Medinaceli '89).

Zowel bij de zenuwhechting als bij de kabeltransplantaattechniek wordt men geconfronteerd met het probleem van de correcte "aansluiting" van de fascikels. Uit meerdere (histologische) onderzoeken is gebleken dat de fasciculaire architectuur verandert in het verloop van een zenuw (zie fig. 6.3), zelfs over een afstand van enkele millimeters tot centimeters (Sunderland '53, Bonnel e.a. '81, De Medinaceli '89). Op grond van deze bevindingen kan men dus bij operatieve zenuwreconstructie (bijna) altijd kruisinnervatie verwachten. Het beoordelen van het resultaat louter met klinische spierkrachtmeting is dan ook op theoretische gronden onvoldoende. Het wekt verbazing dat in de chirurgische literatuur van dit probleem zo weinig gewag wordt gemaakt (Thomeer '91).



*Figuur 6.3. De architectuur van de zenuw verandert in het verloop
tengevolge van een vlechtwerk van fasciculi.
1: doorsnede proximale
2: doorsnede distale
(modificatie naar Sunderland)*

De neurotisatie is de meest recent ontwikkelde techniek. Hierbij worden in het algemeen een of meerdere intercostaalzenuwen vrijgeprepareerd en doorgesneden. De proximale stomp wordt hierna vastgehecht aan de distale stomp van een geruptureerde truncus, fasciculus of zenuw. Deze techniek wordt veel toegepast bij een laesie van de n. musculocutaneus. Het klinisch effect bestaat uit een aanspanning van de m. biceps onder invloed van impulstreinen via de n. costalis bij maximale inspiratie en/of hoesten. De ingreep werd voor het eerst uitgevoerd door Seddon in '63 en vervolgens verder uitgewerkt door Tsuyama in '72. Een bruikbaar resultaat van 50% wordt beschreven door Narakas ('78, '81, '88), Kretschmer ('81) en Friedman e.a. ('90). Hierbij blijkt dat het resultaat van reconstructie van het supraclaviculaire deel beter is dan dat van het infraclaviculaire deel. De laatstgenoemde claimt zelfs een terugkeer van protectieve sensibiliteit bij 70% van het aantal behandelde patiënten. Een matig tot redelijk resultaat wordt gemeld door Allieu in '82 bij de reconstructie van de n. musculocutaneus. De overige in de literatuur vermelde series zijn te klein om betrouwbare conclusies te kunnen trekken.

Samengevat zou het beleid ter bepaling van de operatieindicatie bij tractieletsels als volgt kunnen worden geformuleerd: Bij tractieletsels dient om de 1-3 maanden zowel klinisch als elektromyografisch evaluatie plaats te vinden (Leffert '74, Millesi '77, Kretschmer '81). Exploratie is dan gerechtvaardigd wanneer er sprake is van een postganglionaire laesie, waarbij volledige uitval bestaat in het gebied van C5-C7 zonder aanwijzingen voor reïnnervatie gedurende de eerste 2-3 maanden (Youman '82, Kline '83). De aanwezigheid van wortelavulsie doet aan deze indicatie niets af daar altijd kan worden gestreefd naar stabilisatie van schouder en elleboog daar dit verhoging van de functionaliteit met zich meebrengt. De ingreep dient bij voorkeur plaats te vinden gedurende de eerste 5-6 maanden na het ongeval (Millesi '77, Narakas '80, '85, Leffert '85, Kline e.a. '86). In het algemeen zal gebruik worden gemaakt van zenuwgrafts en/of van een vorm van neurolysis eventueel gecombineerd met een neurotisatie. Indien na een conservatieve "start" aanwijzingen ontstaan voor stagneren van de reïnnervatie (verdwijnen of stagneren van het teken van Tinell), is exploratie geïndiceerd (Millesi '77, Narakas '80, '85). Is er sprake van

louter wortelavulsies C5 en/of C6 dan dient neurotisatie te worden overwogen, ook in situaties van totaal en compleet plexusletsel. Er dient vervolgens zo spoedig mogelijk te worden overgegaan op herstel en compensatie van verloren gegane functies.

Een aanzienlijk bezwaar van de literatuur is het verschil in classificatie van het letsel en de beschrijving ervan, de ondoorzichtige selectiecriteria bij de beoordeling van het (operatie)-resultaat en het in het algemeen ontbreken van een statistische bewijsvoering van de eindconclusies. Ook de evaluatie van de eindresultaten door middel van manuele spiertests zonder in te gaan op verbetering van het niveau van functionaliteit, maken een goede interpretatie van de literatuur moeilijk. De geclaimde resultaten dienen derhalve met de nodige reserve te worden beoordeeld. Toch kan niet geheel worden voorbij gegaan aan de communis opinio in de literatuur t.a.v. de operatieve indicatiestelling.

Operatieve behandeling van de resttoestand

Na verloop van tijd zullen geleidelijk aan restverschijnselen zich uitkristalliseren. De verdere therapie zal gericht zijn op het optimaliseren van de resterende functie. Het tijdstip hiervoor is van verschillende factoren afhankelijk, o.a. de mate van waarschijnlijkheid waarmee een functiestoornis zal blijven bestaan, de hinder die men van deze stoornis ondervindt t.a.v. (basis)vaardigheden, de motivatie en bereidheid van de betrokkene en de relatie tussen de betrokkene en zijn sociale achtergrond. In het algemeen kan onderscheid gemaakt worden tussen een statische en dynamische reconstructie, waarmee bijvoorbeeld arthrodese resp. peestranspositie wordt bedoeld. Het gemeenschappelijke doel is verbetering van de functionaliteit. Het middel om dit doel te bereiken is stabiliteit door o.a. de arthrodese, en herstel van verloren gegane spierfunctie door gebruik te maken van verplaatsing van het insertiepunt van een of meerdere goed functionerende spieren. In het algemeen heerst in de literatuur de opvatting dat reconstructieve procedures dienen te starten aan de hand, daar ingrepen aan bijv. de elleboog i.h.a. zinloos zouden zijn bij een afunctionele hand (Hendry '49, Moberg '81). Toegespitst op de handfunctie worden door Moberg in opklimmende differentiatiegraad 3 mogelijkheden geformuleerd t.a.v. het doel van een ingreep ter verbetering van handfunctie:

- 1 - de hand dient bruikbaar te worden door gebruik te maken van zijn gewicht en zijn oorspronkelijke cosmetiek.
- 2 - de aangedane hand dient slechts de goede hand te ondersteunen bij diens gebruik.
- 3 - herstellen van precisie- en grijpfunctie.

Deze drie facetten dienen bij de indicatiestelling van functieherstellende ingrepen te worden beoordeeld. Peestranspositie en arthrodese (bijvoorbeeld van de pols) zijn hiertoe het geëigende middel.

Algemene voorwaarden voorafgaande aan een transpositie waaraan dient te worden voldaan zijn:

- 1 - in de betreffende extremiteit zijn geen arthrogene contracturen aanwezig
- 2 - preoperatief is intensieve training van de te transponeren spier gewenst, enerzijds uit het oogpunt van krachttraining, anderzijds uit het oogpunt van geïsoleerd leren aanspannen zodat na de transpositie deze spier sneller kan worden gebruikt in zijn nieuwe functie
- 3 - er dient geen transpositie plaats te vinden van spieren met een kracht graad 3-4 of minder, daar de spierkracht grofweg met 30% terugloopt

Voor de uitvoerige beschrijving van reconstructieve ingrepen aan de hand en/of de pols wordt verwezen naar de standaard handboeken (Tubiana '81). Ten aanzien van de elleboogfunctie dient te worden vermeld dat extensie kan worden verkregen door een compensatoire beweging en door gebruik te maken van de zwaartekracht. Slechts bij een intacte schouderfunctie is desgewenst reconstructie mogelijk door transpositie van het achterste deel van de m. deltoïdeus (Moberg '77). Flexie van de elleboog kan statisch

worden verkregen d.m.v. een arthrodese of een "posterior bone block" (Hendry '49). Dynamische reconstructies hebben de laatste tientallen jaren echter de overhand gekregen, zoals transpositie van m.pronator teres, m. flexor carpi radialis, m. flexor carpi ulnaris en m. palmaris longus naar proximaal (Steindler '19), transpositie van de m. triceps (Bunnel '51, Carrol '52), m.pectoralis major (Brooks e.a.'59, Carrol '79), m.pectoralis major en minor (Tsu-Min Tsai e.a. '83) en de m.latissimus dorsi (Hovnanian '56, Zancolli e.a. '73). Wegens het ontbreken van een goed opgezet vergelijkend onderzoek is een absolute voorkeur niet uit te spreken en is het resultaat afhankelijk van de ervaring met een bepaalde transpositie en een degelijk postoperatief oefenprogramma.

Paralyse van de schoudermusculatuur leidt door instabiliteit van het glenohumerale gewricht tot een onvermogen de arm in de ruimte te positioneren waarmee ernstige beperkingen in het dagelijks functioneren kunnen ontstaan. Daarnaast is het wellicht mogelijk dat de subluxatie die ontstaat en welke gepaard gaat met rekking van de neurovasculaire bundel vegetatieve verschijnselen doet ontstaan dan wel onderhoudt. Ervaring met dynamische reconstructies werden vooral opgedaan bij poliomyelitis patienten (Saha '67, Hoffer e.a. '78), waarbij veelal gebruik werd gemaakt van transpositie van de m.trapezius (Hoffa '02, Haas '35, Bateman '78, Saha '67) en/of de m.pectoralis major (Riedel '28).

De transpositie van minimaal twee spieren, intacte spierkracht van de scapulothoracale musculatuur en functionerende schoudercuffspieren worden door vele onderzoekers als een vereiste beschouwd (Saha '67, Burkhalter '74, Leffert '80). Het falen van een dynamische reconstructie wordt in het algemeen toegeschreven aan het niet voldoen aan een van die drie eisen. Bij een dropping hand met stabiele schouder zal gebruik gemaakt worden van een transpositie van de flexor carpi ulnaris en/of de pronator teres. Indien er tevens sprake is van uitval van elleboog, schouder en/of hand dan zal in het algemeen de keuze vallen op een polsarthrodese.

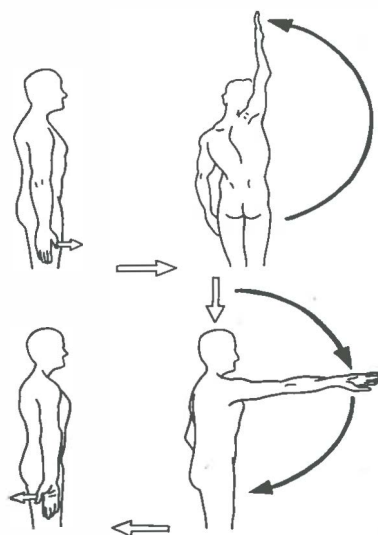
De meest gebruikte vorm van stabilisatie is echter de schouderarthrodese. Ervaring hiermee werd opgedaan bij zowel poliomyelitispatienten als bij personen met een "flail limb" na een plexus brachialisletsel (Barr '42, Hendry '49, Merle d'Aubigne '56, Yeoman e.a. '61, Omer '82). Een functioneel gebruik van de arm wordt verkregen door sturing vanuit de schoudergordel m.b.v. de scapulafixerende musculatuur, zoals de m.serratus anterior, m.trapezius, de m.levator scapulae en de mm.rhomboidei. Ook bij kinderen met nog open epifysairschijven zou de schouderarthrodese bruikbaar zijn en geen invloed van betekenis hebben op de lengtegroei van de humerus (Barr '49, Makin '77, De Palma '63). De voordelen van de schouderarthrodese kunnen als volgt worden beschreven:

- de hand kan worden gepositioneerd
- de subluxatie van het glenohumerale gewricht is opgeheven
- de spierkracht bij flexie van de elleboog zou worden versterkt
- er ontstaat een symmetrischer looppatroon
- de persoon kan zich gemakkelijker in bed omdraaien
- aankleden is gemakkelijker
- er ontstaat een stabiel gevoel in de schouder
- mogelijk nemen vegetatieve klachten af

Als nadelen kunnen worden genoemd de irreversibiliteit van de ingreep, het ontstaan van pijnklachten door overrekking van musculatuur bij consolidatie in een verkeerde positie (met name bij te veel anteflexie en/of abductie) en een verhoogde kans op fracturen van de humerus door een verhoogde vulnerabiliteit van de kinetische keten. In een naonderzoek van Cofield bleek dat bij 23% van de patienten in de jonge leeftijdsgroep een fractuur van de humerus optrad (Cofield e.a. '79). In nederlandse onderzoeken ontstond een fractuur van de bovenarm in 3% (Fontijne '65) en in 33% van de gevallen (Pronk '81). Dit merkwaardige verschil in incidentie kan worden verklaard uit het verschil in de onderzochte populatie: in het eerstgenoemde zijn alle individuen met diverse pathologie geopereerd

terwijl in het onderzoek van Pronk alleen personen met een plexus brachialisletsel zijn opgenomen. Als overige complicaties kunnen worden genoemd een fibreuze ankylose en een malunion. Frequenties waarin deze complicaties voorkomen wisselen sterk. Door sommigen is de fibreuze ankylose beschreven in 77% van de geopereerden (Barr '42) en door anderen in slechts 17% (Fontijne '65, Pronk '81). De malunion werd voor de nederlandse situatie berekend op 24% van de geopereerden (Fontijne '65). De verschillen in incidentie laten zich goed verklaren uit de verschillende operatietechnieken en de patientenselectie. Uiteindelijk werd na een follow up van 10 jaar in het onderzoek van Cofield e.a. ('79) bij 75% een subjectieve functieverbetering geconstateerd, terwijl voor de nederlandse situatie bij 51% een uitstekend en bij 34% van de geopereerden een matig resultaat werd beschreven (Fontijne '65). Een contraïndicatie voor schouderarthrodese zou worden gevormd door krachtverlies in de m.serratus anterior en/of de m.trapezius (Hendry '49, Merle d'Aubigne '56, Yeoman e.a. '61, De Palma '63, Omer '82), alhoewel een parese die is gelocaliseerd in het onderste 1/3 deel van de m.serratus anterior acceptabel is (Barr '42). Overigens wordt nergens melding gemaakt van de subjectieve resultaten wanneer na de arthrodese slechts een geringe abductiemogelijkheid aanwezig is. De positie waarin fusie van de humerus t.o.v. de scapula plaats vindt is nogal aan controverse onderhevig. Het doel van de positiebepaling van de humerus is het kunnen bereiken van de mediaanlijn met de hand, daar de meeste handelingen zich zouden afspelen in het gebied rond het mediane vlak. Belangrijk is of de positie wordt bepaald t.o.v. de mediale rand van de scapula of t.o.v. de laterale zijde van de thoraxwand, daar in het laatste geval de meting te onnauwkeurig is. In het algemeen wordt een abductie van 45-55 graden t.o.v. de mediale scapularand, een anteflexie van 15-25 graden en een endorotatie van 15-25 graden geadviseerd (Barr '42, Merle d'Aubigne '49, Cofield '79). Voor te veel anteflexie dient te worden gewaakt daar het gewicht van de arm een cosmetisch ontsierende scapula alata veroorzaakt, hetgeen bovendien problemen kan geven bij het liggen op de rug. Waarschijnlijk bestaat er geen relatie tussen een te grote abductiehoek en surmenageklachten door overrekking van spieren en/of ligamenten (Pronk '85). Cofield e.a. waren van mening dat alleen de mate van (endo)rotatie bepalend was voor de uiteindelijke functionaliteit. Van belang hierbij is dat bij anteflexie van de humerus (in het sagittale vlak) een relatieve endorotatie over blijkt te kunnen gaan in een relatieve exorotatiestand (Fontijne '65). Daarom is van belang dat de mate van rotatie op eenduidelijke wijze wordt bepaald en beschreven en dat bij het bepalen van de juiste standen altijd dezelfde volgorde wordt gehanteerd. De hoek die gevormd wordt door de onderarm en het transversale vlak dient bij 90° gebogen elleboog 10° exorotatie te bedragen (Fontijne '65). Van essentieel belang voor het bepalen van de juiste arthrodeseestand is het standaard uitvoeren van dezelfde volgorde van handelingen: abductie, anteflexie en rotatie. Dit belang wordt nog eens verduidelijkt in fig. 6.4. Wanneer men vanuit de neutrale positie met de duim naar voren de arm 180° abduceert en vervolgens een retroflexie van 180° uitvoert, wordt een eindstand bereikt met de arm volledig tegen het lichaam aan doch met de duim naar achteren; de humerus blijkt 180° te zijn geendoroteerd. De verklaring voor deze "paradox volgens Codmann" ligt in het gegeven dat slechts 2 van de 3 bewegingsassen in het schoudergewricht zijn gebruikt (MacConail '81).

Fig. 6.4.
De Codmann paradox. Voor verklaring
zie tekst (uit: "The Hand",
R.Tubiana, ed. 1981 met toestemming
van de uitgever).



Een belangrijk onderdeel bij de discussie over de reconstructie bij totale uitval van de niveau's C8 en Th1 werd en wordt nog steeds gevormd door de amputatie van onder- of bovenarm. De algemene overweging hierbij is het verwijderen van een als hinderlijk ervaren deel van het lichaam dat bovendien geen functie meer bezit. Indien mogelijk kan deze functie worden hersteld door een prothese met mechanische bediening vanuit de contralaterale schouder of in zeldzame gevallen d.m.v. een myoelektrische prothese. Yeoman en Seddon ('61) voorzagen hun patiënten binnen 2 jaar van een bovenarmprothese die slechts door 40 % ook consequent werd gedragen. Criteria voor hun selectie worden overigens niet beschreven. In het onderzoek van Ransford en Hughes ('77) werkte slechts 12 % van de personen met hun prothese! Daarentegen gebruikt 91 % van de patiënten beschreven door Fletcher zijn prothese op het werk (Fletcher '69).

Ook Wynn Parry heeft de amputatie bij diegenen bij wie een preganglionaire laesie kon worden aangetoond aanbevolen. Alhoewel 71 % binnen 6-9 maanden na het ongeval weer reguliere arbeid verrichtte, werkte niemand meer met zijn prothese (Wynn Parry '74). Door anderen wordt zeer resoluut amputatie aanbevolen zonder vermelding van de resultaten en het aantal behandelde patiënten (Rorabeck '80, Malone e.a. '82). Ook het tijdstip waarop de amputatie dient plaats te vinden is aan variatie onderhevig. Sommigen beschouwen een termijn van 1-2 jaar na het ongeval als voldoende (Yeoman e.a. '61, Rorabeck '80), terwijl anderen daarentegen maximaal 3-6 maanden wachttijd toelaatbaar achten, met als argument dat na deze termijn patiënt's dominantie irreversibel zal zijn veranderd (Malone e.a. '82). In sommige gevallen wanneer er sprake is van een flail limb, dient de amputatie te worden gecombineerd met een schouderarthrodese. De voorstanders van de amputatie beschrijven de volgende voordelen ervan:

- definitieve oplossing van het probleem van de verhoogde vulnerabiliteit ten gevolge van anaesthesie van de hand
- sporten in het algemeen zal gemakkelijker zijn, zwemmen in het bijzonder
- verkrijgen van functie d.m.v. een prothese

Na de teleurstellende resultaten beschreven in '74, beschouwt Wynn Parry de amputatie niet meer als een routineprocedure. Indicaties die hij thans nog noemt zijn intensieve sportbeoefenaars en onoverkomelijke problemen bij gedwongen verandering van dominantie (Wynn Parry '81, '87). Met dit laatste wordt bedoeld dat een persoon veel beperkingen ondervindt t.a.v. handfunctie, ADL of schrijven wanneer hij eenhandig gedwongen wordt te zijn met zijn niet-dominante hand. Ook Ransford beschouwt het

dominantieprobleem als een indicatie (Ransford '77)), terwijl Hoffer ernstige problemen met de persoonlijke hygiëne als een indicatie beschouwt (Hoffer '81). De belangrijkste gegevens omtrent het prothesegebruik werden beschreven in 1971 (Brewerton e.a.'71). De meerderheid van de patiënten heeft met name in het eerste jaar acceptatieproblemen. 22 % Maakt geen gebruik van zijn prothese en van de 78 % prothesedragers doet 37 % dit ter verberging van de stomp! Slechts 21 % van de prothesedragers vindt dat er sprake is van een subjectieve functieverbetering. Enige twijfel over een daadwerkelijke bijdrage aan verbetering van de functionaliteit lijkt gerechtvaardigd en de gedachte dat een amputatie wordt aanbevolen omwille van het gelijk van de behandelaar laat zich opdringen. Met de critici t.a.v. de amputatie kunnen we de nadelen als volgt formuleren:

- de ingreep in onomkeerbaar
- de arm, ook al is hij paralytisch, hoort bij het eigen lichaam en maakt min of meer deel uit van het lichaamsschema
- een geamputeerde arm trekt ongewild aandacht met name bij sportbeoefening en vestigt het stigma van gehandicapte
- uit het oogpunt van cosmetiek is waarschijnlijk de oorspronkelijke arm te verkiezen boven een prothese, alhoewel de auteurs hierover niet duidelijk een mening presenteren.

HOOFDSTUK 7

Prognose

Ofschoon een plexus brachialisletsel vaak gepaard gaat met nevenletsels, zou toch reeds binnen 8 weken na het ongeval de prognose quod restitutionem zijn te stellen (Yeoman & Seddon '61)!

Factoren welke wijzen op een slechte prognose zijn:

- motorongeval als oorzaak wegens het ontstaan van een hoogenergetisch tractieletsel (Barnes '59)
- klinisch complete uitval van alle tot een segment behorende spieren; ook een totaal letsel van de plexus is suggestief voor een slechte prognose gezien de wortelletsels die vaak hiermee gepaard gaan
- elektromyografisch totale denervatie van alle tot een segment behorende spieren gepaard gaande met ontbreken van een aanspanningspatroon, hetgeen suggestief is voor wortelletsel, terwijl denervatie over alle segmenten suggestief is voor een totaal en compleet plexusletsel
- het syndroom van Horner (Barnes '49, Leffert e.a. '65, Rorabeck '81) is meestal een uiting van irreversibel wortelletsel op de niveau's C8 en Th1
- meningocèles bij myelografisch onderzoek (Yeoman '68) kunnen een uiting zijn van irreversibel wortelletsel
- een typisch pijnsyndroom (Wynn Parry '81, Rorabeck '81), gekenmerkt door constante pijn afgewisseld met aanvallen van pijnscheuten, ontstaat bij wortelavulsie
- de afwezigheid van een Tinelrespons supraclaviculair (Henderson '48) duidt op het ontbreken van een connectie met het myelum
- het beeld van wortelavulsie op het CT-myelogram

Bovenstaande factoren zijn, alhoewel niet bepalend, in het algemeen een aanwijzing voor een preganglionair letsel en suggereren daarmee een slechte prognose t.a.v. herstel.

De localisatie van het letsel speelt eveneens een rol bij de mate van herstel. Brooks vond een goed spontaan herstel van tractieletsels op het niveau van wortel en truncus van C5 en C6, een redelijk herstel van de fasciculus posterior en een slecht resultaat bij herstel van een tractielaesie van de wortel C8, truncus van C8 en Th1 en van de fasciculus medialis (Brooks '54). Ook anderen beschouwen de prognose van een letsel van de truncus superior als beter dan een van de truncus inferior (Barnes '49, Rorabeck '81, Nagano e.a. '84). Dit is ook verklaarbaar: het traject van reinnervatie bij een letsel t.h.v. segment C8 en Th1 is vele malen groter dan bij de uitgroei van de segmenten C5 en C6 naar het "target orgaan". In deze langere tijdsspanne treedt veelal irreversibele spieratrofie en fibrose op. Daarentegen zijn andere auteurs van mening dat een tractieletsel van de supraclaviculaire plexus een slechtere prognose heeft dan een letsel van het infraclaviculaire deel van de plexus (Bonney '59, Leffert & Seddon '65, Leffert '74).

De beste prognose zou overigens zijn toe te schrijven aan een geïsoleerd tractieletsel van de truncus superior (Merle d' Aubigne '67).

Ook over de tijdsduur waarbinnen het herstel zich afspeelt heerst verschil van mening zoals we al hebben gezien in het hoofdstuk over de pathofysiologie (3). Indien binnen 18 maanden geen tekenen van reinnervatie worden geconstateerd, kan worden gesproken van een infauste prognose (Yeoman '82). Zich beperkend tot het hogere plexusletsel stelt Leffert dat gesproken kan worden van een slechte prognose wanneer binnen 12 maanden geen tekenen van herstel worden geconstateerd in de m.deltoideus (Leffert '72). Ook wordt wel gesteld dat het uiteindelijke niveau qua spierfunctie na 15 maanden is bereikt (Hoffer e.a.'81). Veiliger lijkt het om een periode van 18 tot 24 maanden te hanteren. Uit een

naonderzoek van 198 conservatief behandelde patiënten bleek dat, als de spierkracht van spieren geïnnerveerd door de hogere wortels binnen 9 maanden na het ongeval gemiddeld graad 1 (MRC) bereikt en die van de spieren geïnnerveerd door de lagere wortels binnen 12 maanden, het uiteindelijke resultaat gemiddeld graad 3 (MRC) bedraagt. Na 2 jaar is de definitieve spierstatus bereikt (Nagano e.a.'84).

Over het gebied van de revalidatiebehandeling is betrekkelijk weinig bekend en verschijnen slechts fragmentarisch gegevens. De meeste gegevens beperken zich tot vrij unieke gebeurtenissen zoals amputatie en een schouderarthrose. De personen met een flail arm keren i.h.a. binnen 15-16 maanden terug in het arbeidsproces (Yeoman e.a. '61). Geen enkel individu doet overigens aan sportbeoefening (Ransford '77). Volgens het onderzoek van Ransford zouden allen werken binnen 3 mnd-10 jaar, hoewel het slechts 20 personen betrof.

Belangrijke informatie werd verkregen door het onderzoek van Brewerton e.a. ('71). Slechts 30% van de patiënten keert in het oorspronkelijke werk terug mits dit regulier werk was voor het ongeval. Bij 50% van de personen vond terugkeer naar het werk plaats na 1-3 jaar! Geschoold werk bleek een betere prognose te hebben t.a.v. deze terugkeer. Het bleek bovendien mogelijk te zijn als eenhandige beroepen uit te oefenen zoals kraanmachinist en elektricien. Als oorzaak voor de vertraging om weer in het arbeidsproces terug te keren konden worden genoemd:

- karakter en motivatie van de betrokkene
- aanwezigheid van nevenletsels zoals o.a. contusio cerebri
- het verrichten van ingrepen wegens reststoornissen
- weinig alertheid van het revalidatieteam t.a.v. het resocialisatieproces

Geen betekenis kon worden toegekend aan het dominantieprobleem en evenmin was een correlatie aantoonbaar met het niveau en de uitgebreidheid van het letsel.

Eigen onderzoek

HOOFDSTUK 8

Beschrijving van het onderzoek

Het eigen onderzoek is retrospectief van opzet en beschrijvend van karakter. Alle individuen werden gerecruteerd uit het bestand van de Werkgroep voor Perifere Zenuwlaesies in de periode 1976-1987.

Inclusiecriteria: plexus brachialisletsel van traumatische origine. Leeftijdsgrenzen 15 tot 40 jaar.

Exclusiecriteria: plexusletsel op basis van een geboortetrauma alsmede andere pathologie met ernstige gevolgen voor het motorisch functioneren van arm en/of hand zodat de gevolgen van het plexus brachialisletsel niet meer op de voorgrond staan. Een voorbeeld is het gevolg van een ernstige contusio cerebri.

Het uitgangspunt van het onderzoek betreft de systematiek door de WHO ontwikkeld tot de International Classification of Impairments, Disabilities and Handicaps (WHO '80):

Ziekte → functiestoornis → beperking → handicap

E.e.a. is nader toegelicht in de inleiding. Ter verduidelijking worden een aantal begrippen nader gedefinieerd.

Onder "ziekte" dient te worden verstaan het ongeval met de hiermee gepaard gaande ruptuur van bij voorbeeld de truncus van C5. Onder een functiestoornis verstaat men dan iedere afwezigheid of afwijking van een psychologische, fysiologische of anatomische structuur of functie ten gevolge van een aandoening, ziekte of gebrek. Voorbeelden met betrekking tot het plexus brachialisletsel zijn krachtverlies (parese) van de schouderpijpen en een contractuur zoals een beperkte exorotatie van het (schouder)gewricht.

Een beperking is de ten gevolge van een stoornis opgetreden vermindering of afwezigheid van de mogelijkheid tot een voor de mens normale activiteit te komen. Vanuit het plexus brachialisletsel gezien betreft dit het gebruik van de hand, activiteiten van het dagelijks leven zoals eten, wassen, zelfverzorging en autorijden.

Een handicap is de nadelige positie van een persoon in de maatschappij als gevolg van een beperking welke de normale rolvulling van de betrokkene begrenst of verhindert. In het algemeen beschrijft de handicap het functioneren in een sociaal verband. Voor de onderzochte groep betekent dit bij voorbeeld niet meer te kunnen voldoen aan werk, gezinsverplichtingen en sportbeoefening.

De ruwe gegevens werden verzameld aan de hand van patientendossiers. De gegevens die hieruit werden verkregen hadden betrekking op de aetiologie en het verloop in de tijd. Immers alle personen werden door de leden van de werkgroep regelmatig gecontroleerd. Een aanvullend klinisch onderzoek diende gegevens op te leveren omtrent blijvende restverschijnselen, c.q. stoornissen. Tenslotte werd een enquête verricht om nader inzicht te krijgen in de resterende beperkingen en de subjectief beleefde handicap.

Speciale aandacht krijgen de onderwerpen schouderarthrodese en lichaamsgebonden hulpmiddelen. Via de enquête wordt hiervan de invloed onderzocht op verschillende vaardigheden.

Afhankelijk van de vraagstelling zal in het onderzoek regelmatig gebruik gemaakt worden van een indeling in groepen teneinde juist verschillen in effect van bij voorbeeld de schouderarthrodese te achterhalen. De essentie van deze groepsindeling is gelegen in de

criteria wel/geen handfunctie en wel/geen schouderfunctie. Er wordt van een handfunctie gesproken indien de te onderzoeken persoon met zijn eerste 3 vingers een golfbal kan pakken en vasthouden. Er wordt gesproken van schouderfunctie indien de te onderzoeken persoon zijn hand tot op schouderhoogte in de ruimte kan positioneren. Aldus kunnen de volgende groepen geformeerd worden:

- GROEP 1 - parese schouder- **en** handmusculatuur (kracht 3)
- GROEP 2 - schouderfunctie, geen handfunctie
- GROEP 3 - geen schouderfunctie, wel handfunctie
- GROEP 4 - geen schouderfunctie, geen handfunctie ("flail")
- GROEP 5 - schouderarthrodese, geen handfunctie
- GROEP 6 - schouderarthrodese, wel handfunctie

De reden waarom bij deze groepsindeling geen aandacht wordt besteed aan de elleboogfunctie hangt samen met het verstrekken van een elleboog(draag)orthese in gevallen van afunctionele elleboogflexie. Hiermee kan willekeurig iedere stand van de elleboog worden ingenomen.

Onderzoeksmethoden van relevante functiestoornissen

Functiestoornissen welke van belang geacht werden voor het ontstaan van beperkingen zijn:

- contractuurvorming
- spierkrachtverlies
- sensibiliteitsstoornissen
- kruisinnervatie
- pijn

Onderzoek van contracturen

Meetinstrument:

universele goniometer; de bewegingsuitslag wordt uitgedrukt in een percentage van de normale mobiliteit zoals deze in de internationale literatuur wordt geaccepteerd (Am. Acad. Orth. Surg. '58).

Te meten variabele:

bewegingsuitslag van schouderabductie, -anteflexie, exorotatie, flexie en extensie van de elleboog, extensie van de pols, abductie van de duim, flexie en extensie in het metacarpophalangeale gewricht (straal II-V) en de gemiddelde sommatie van de bewegingstrajecten van de vingergewrichten in straal II-V.

Meetmethode:

de gegevens uit de beginfase werden verkregen uit het dossier terwijl de gegevens omtrent de eindsituatie werden verkregen door middel van een fysisch diagnostisch onderzoek verricht door de onderzoeker.

Interpretatie:

normale mobiliteit werd gedefinieerd als de maximale bewegingsmogelijkheid aan de niet aangedane zijde.

De mobiliteitsbeperking werd gescoord volgens een opklimmende schaal:

- 1: 0-15 % van de normale mobiliteit
- 2: 16-25 % van de normale mobiliteit
- 3: 26-50 % van de normale mobiliteit
- 4: 51-75 % van de normale mobiliteit
- 5: 76-100 % van de normale mobiliteit

Toelichting:

Bij de hoekmeting moet rekening worden gehouden met een meetfout van 5° (Hellebrand '59) tot 8° (Solgaard e.a.'86) als uiting van intraobserver bias. Een verlies van minstens 15 % van de totale mobiliteit werd als significant beschouwd (Yarkony '85). Het uitdrukken van de mobiliteit als een percentage van de normale beweeglijkheid bleek in een elders uitgevoerd onderzoek een zeer bruikbare methode (Jaspers '85). In een pilot fase bleek dat de registratie van de bewegingsbeperking niet consequent werd uitgevoerd en vastgelegd, zodat werd besloten te volstaan met registratie van de begintoestand en de toestand ten tijde van het naonderzoek.

Onderzoek van spierkracht

Meetinstrument I:

de internationaal gebruikte schaal volgens de Medical Research Council (MRC '62), waarbij met behulp van een 6-puntsschaal een bepaalde waarde wordt toegekend aan een bepaalde waarde van de spierkracht welke manueel wordt getest:

- graad 0 - geen merkbare aanspanning
- graad 1 - wel aanspanning, geen merkbare reactie
- graad 2 - heffen mogelijk met uitschakeling van de zwaartekracht
- graad 3 - heffen tegen de zwaartekracht in is mogelijk
- graad 4 - heffen tegen weerstand in is mogelijk
- graad 5 - normale spierkracht (te vergelijken met de contralaterale zijde)

Te meten variabele:

spierkracht van de m. trapezius, de m. serratus anterior de schouderabductoren en -anteflectoren, de buigers van van de elleboog, strekker van de elleboog, strekkers van de pols, strekkers van de vingers, de m. abductor pollicis brevis en de abductor dig. V.

Meetmethode:

aan de hand van dossiergegevens werd de om de 3 of 6 maanden gemeten en de vastgelegde spierkracht geregistreerd, alsmede de definitieve waarde van het eindstadium vastgesteld aan de hand van fysisch diagnostisch onderzoek verricht door de onderzoeker. In totaal werden de gegevens tot 2 jaar na het ongeval voor het onderzoek gebruikt.

Interpretatie:

de gradering 3 of hoger volgens de MRC wordt in het algemeen als functioneel beschouwd (Krusen '71, Moberg '76), daar iedere activiteit zich in een zwaartekrachtveld afspeelt. Ter bepaling van de kracht graad 4 of 5 wordt vergeleken met de contralaterale lichaamshelft. Aangenomen wordt dat tussen twee gezonde lichaamshelften geen **significant** krachtsverschil bestaat, ook niet ten gevolge van dominantie (Murray e.a.'85, Ivey e.a.'85).

Toelichting:

Het is nog immer moeilijk een methode van spierkrachtmeting toe te passen die betrouwbaar en reproduceerbaar is. Het probleem is o.a. dat men meestal meerdere spieren of spiergroepen test of dat bepaalde apparatuur niet is toe te passen gezien het karakter van de beweging.

Door verschillende behandelaars wordt een eigen invulling gegeven aan de gradering, afhankelijk van hun (subjectieve) inzicht en ervaring. Vooral bij de beschrijving van de "normale" spierkracht ontstaan problemen daar een referentiekader ontbreekt. Spierkracht blijft bovendien afhankelijk van leeftijd, geslacht, conditie en training. De term normaal zou dan ook moeten worden vermeden (Kendall & Kendall '57). Mede gezien de jarenlange toepassing internationaal die toch geleid heeft tot een zekere mate van accuratesse en validiteit, vooral wanneer de meting door een en dezelfde onderzoeker wordt verricht, lijkt deze klinische wijze van spierkrachtmeting gerechtvaardigd (Rusk '77).

Meetinstrument II:
naaldelektromyografie.

Te meten variabele:

motorunitactiepotentialen bij maximale aanspanning van spieren die representatief worden geacht voor een bepaalde gewrichtsfunctie en een segment zoals de m. deltoideus, de m. serratus anterior, de m. biceps, de m. triceps, de m. extensor dig. communis, de m. abductor pollicis brevis en de m. abductor dig. V. Tevens vindt registratie plaats van denervatiepotentialen.

Meetmethode:

de metingen werden om de 3 of 6 maanden uitgevoerd totdat een eindsituatie werd verondersteld.

Interpretatie:

de maximale aanspanning geeft informatie omtrent het aantal functionerende spiervezels. Derhalve zal er een verband bestaan tussen het EMG onderzoek en de klinisch geteste spierkracht. Bij de interpretatie wordt de volgende definiering van reinnervatie gehanteerd (Von Krapp e.a.'79):

- 1 - totale denervatie: defibrillaties en positief scherpe golven; geen willekeurig aanspanningspatroon
- 2 - sumiere reinnervatie: enkelvoudig aanspanningspatroon met laaggevolteerde MUAP
- 3 - matige reinnervatie: enkelvoudig tot arm-gemengd patroon met hooggevolteerde MUAP
- 4 - redelijke reinnervatie: arm-gemengd tot gemengd aanspanningspatroon
- 5 - goede reinnervatie: vol-gemengd tot interferentiepatroon

Toelichting:

de registratie van het EMG en de interpretatie van het aanspanningspatroon werd in 85 % door dezelfde neuroloog/klinisch neurofysioloog uit de werkgroep verricht. Bij verdenking op kruisinnervatie werd specifiek met EMG onderzoek hiernaar gezocht.

Onderzoek van sensibiliteit

Onderzoek van de sensibiliteit bij een plexusletsel is van belang daar een stoornis in de vitale sensibiliteit een verhoging van de vulnerabiliteit met zich meebrengt en een stoornis in de gnostische sensibiliteit een stoornis in m.n. de stereognosie. Dit kan dan bepalend kan zijn voor de uiteindelijke functionaliteit (Wynn Perry '76). Daar meting van de stereognosie methodologisch problemen met zich meebrengt werd dit in het kader van dit onderzoek niet verricht. Er wordt volstaan met het globaal testen van grove tastzin en de pijnzin teneinde een indruk te krijgen over de kwetsbaarheid van met name de hand. Gegevens omtrent de beginsituatie en de situatie na 2 jaar werden verzameld uit de dossiers, terwijl ten tijde van het naonderzoek de eindsituatie werd vastgelegd door middel van een fysisch diagnostisch onderzoek.

Onderzoek van kruisinnervatie

In hoofdstuk 3 is te lezen dat kruisinnervatie kan ontstaan wanneer na een laesie een sproutend axon een andere endoneurale buis "bewandelt" dan de oorspronkelijke (Sunderland '78). Ongewild worden dan andere spieren aangespannen dan eigenlijk de bedoeling is. Dit kan een nadelige invloed hebben op de functionaliteit, daar bepaalde intentionele bewegingen door geactiveerde antagonisten onmogelijk wordt gemaakt. Kruisinnervatie mag worden aangenomen danwel worden verondersteld, indien bij een poging tot het maken van een willekeurige beweging naast activiteit in de agonist vergelijkbare activiteit in de antagonist wordt geconstateerd (zie fig. 3.1). Een extra aanwijzing dat men te maken heeft met kruisinnervatie en niet met willekeurige cocontracties van antagonistische spieren is dat bij kruisinnervatie in een bepaalde spier bij willekeurige (bedoelde) agonistische bewegingen andere motor units worden geactiveerd dan bij bedoelde antagonistische bewegingen. Een voorwaarde voor deze

kruisinnervatie is een zo goed als normale passieve mobiliteit. Mocht ten tijde van het naonderzoek op klinische gronden alsnog verdenking bestaan op de aanwezigheid van kruisinnervatie zonder dat dit in voorgaande EMG registraties tot uiting is gekomen, dan werd alsnog getracht e.e.a. te objectiveren via een nieuwe EMG registratie.

Onderzoek van pijn

De functiestoornis pijn is een zeer subjectieve variabele die echter wel van invloed kan zijn op het ontstaan van beperkingen. Aan de hand van dossieronderzoek en een enquête werd vastgesteld of een pijnsyndroom het gevolg was van deafferentiatie en ter hoogte van welk deel van de arm de pijn werd geregistreerd door de patient. Indien sprake was van een deafferentiatie werd vervolgens onderzocht in hoeverre de pijnklachten invloed hadden op het ontstaan c.q. aanwezig zijn van beperkingen, hoe het verloop in de tijd was en op welke wijze de pijnklachten waren behandeld. Determinering van de pijn was derhalve niet een doel op zich doch een beschrijving van de pijnklachten kan wel duidelijk maken in hoeverre dit een (negatieve) invloed heeft op het functioneren van iemand en op zijn welbevinden. Voor gedetailleerde gegevens omtrent de vraagstelling wordt verwezen naar het appendix.

Beperkingen na een plexusletsel

Klinische variabelen op het niveau van de stoornis blijken vaak van betrekkelijk weinig waarde bij het vaststellen van functionele capaciteiten. Meer en meer blijken ook gedragsmatige aspecten en omgevingsfactoren medebepalend (Nichols '75). Onderzoek heeft aangetoond dat fysiek functioneren enerzijds en psychosociaal functioneren anderzijds elkaar weliswaar beïnvloeden doch dat verbetering op het ene gebied niet automatisch een verbetering van het andere impliceert (Albrecht e.a.'77). Beide vormen echter een basaal onderdeel van het revalidatieproces.

Op het niveau van de beperking onderscheidt men in Nederland een aantal aandachtsgebieden:

- activiteiten van het dagelijks leven (ADL)
- somatische basisvaardigheden
- psychologisch vaardigheden
- communicatieve vaardigheden

Beperkingen laten zich vanwege de subjectieve aspecten moeilijk of niet meten. Teneinde functionele capaciteiten te beschrijven, te meten en te evalueren zijn in de loop der jaren gestandaardiseerde meetschalen ontworpen, zeer vaak in de vorm van enquêtes (Doll '47, Mahoney '65, Scranton '69, Sarno '72, Meenan e.a. '80, Granger '84). De meeste meetschalen zijn uitgebreid, vaak onpraktisch en derhalve inefficiënt (Rappaport e.a.'82), daar het belang van vele evaluatieaspecten afhankelijk is van de onderliggende aandoening. Bovendien is de gevolgde meetmethode afhankelijk van de vraagstelling. Ook ten behoeve van het gebruik bij plexus brachialisletsels blijken de voorhanden zijnde meetschalen tekortkomingen te vertonen daar sommige variabelen niet van belang of van toepassing zijn en andere variabelen juist weer te weinig gedetailleerd worden geevalueerd. Om praktische redenen werd daarom gekozen voor evaluatie van een beperkt aantal grootheden met een zelfontworpen vragenlijst. Beperkingen die voor de groep personen met een plexus brachialisletsel relevant zijn, zijn gelegen op het gebied van ADL, handfunctie, vervoer en psychologische aspecten.

Onderzoek ADL

De activiteiten welke van belang geacht werden bij de beoordeling van de invloed van functiestoornissen zijn eten, drinken, lichamelijke hygiëne, aan-/uitkleden, liggen en omdraaien in bed. Met name het gebruik danwel hinder van de aangedane hand bij de bovengenoemde activiteiten werd uitgevraagd. Speciale aandacht werd geschonken aan

tanden poetsen, haren kammen, zichzelf wassen, liggen op de aangedane zijde en het gebruik van knopen en veters bij nieuwe kleding resp. schoeisel. Daar de ADL activiteiten bij functioneel intacte handmusculatuur op een andere wijze kunnen worden uitgevoerd dan bij de aanwezigheid van een affunctionele hand, is bij de vraagstelling hiermee rekening gehouden in de vorm van een gewijzigde vraag overeenkomstig de veranderde functionele status. Voor weergave van de gedetailleerde vragen wordt verwezen naar het appendix.

Onderzoek handfunctie

De handfunctie en (noodgedwongen veranderen van) dominantie spelen een duidelijke rol bij het plexus brachialisletsel. Een partieel letsel van de lagere segmenten heeft invloed op de fijne (intrinsieke) handmotoriek doch een blijvende volledige uitval zal meestal een gedwongen verandering in dominantie met zich mee brengen. Vanzelfsprekend heeft dit invloed op de communicatieve vaardigheden m.n. het schrijven. Verandering van handfunctie en dominantie moeten dan ook in samenhang met elkaar worden gezien. In het naonderzoek is volstaan met registratie van eventuele dominantieverandering, de benodigde tijdsduur en de subjectief beleefde invloed van stoornissen op het ontstaan van dominantieverandering.

Voor weergave van de gedetailleerde vragen wordt verwezen naar het appendix.

Vervoersaspecten

Het vermogen tot fietsen en/of autorijden werd onderzocht alsmede de invloed van de behandeling op deze activiteiten. Er wordt in dit verband gesproken van een aanpassing van de auto (veelal automatische transmissie), indien voor de voorziening een restreint aantekening op het rijbewijs noodzakelijk is. In situaties waarin fietsen resp. autorijden werd ontkend werd gevraagd naar een eventueel verband met het ongeval. Voor weergave van gedetailleerde vragen wordt verwezen naar het appendix.

Communicatie

In de onderzochte populatie mag de verbale communicatie als intact worden beschouwd. In situaties waarin bij het ongeval de dominante arm werd getroffen en de uitval van de handmusculatuur van blijvende aard is, zal er sprake zijn van een gestoorde schriftelijke uitdrukingsvaardigheid. Binnen het kader van de meestal erop volgende ergotherapeutische training van de eenhandigheid vormt schrijftraining een integraal onderdeel van de eenhandigheidstraining. In het naonderzoek zal verder worden uitgegaan van de eenhandigheidsproblemen in relatie tot dominantie, zoals reeds aangegeven is in de hierboven beschreven paragraaf over handfunctie.

Psychologische aspecten

De psychologische consequenties van een plexusletsel in extenso analyseren vergt een geheel eigen onderzoek met geheel andere opzet en meetinstrumenten. Derhalve werd besloten zonder te pretenderen volledig te zijn, gegevens te verzamelen die op **indirekte** wijze enig inzicht geven in en derhalve voorzichtig enige conclusies zouden toelaten omtrent de emotionele verwerking van het ongeval, de acceptatie van geheel of gedeeltelijk spierkrachtverlies in de arm met alle beperkingen die daaruit voortvloeien en de berusting dat het verlies het gehele verdere leven dient te worden gedragen. Er zijn redenen om aan te nemen dat de emotionele verwerking van het ongeval met zijn desastreuze gevolgen in grote lijnen parallellen vertoont met de stadia men kent uit de rouwliteratuur (Parkes '72, Kubler Ross '81):

- een fase van ontkenning
- een fase van woede
- een fase van marchanderen met omgeving
- een fase van depressie
- een fase van herstel en aanvaarding

Treedt in deze verliesverwerking om welke reden dan ook een stagnatie op dan kunnen gedragsstoornissen ontstaan die afhankelijk zijn van het bereikte stadium.

Veel voorkomende vormen van psychische stoornissen uiten zich in agressief gedrag, projectie van woede op anderen zoals verpleging of therapeuten, wrok blijven koesteren t.a.v. behandelaars, of zelfs chronische depressie en/of suïcidaal gedrag. Deze stoornissen kunnen op zich weer leiden tot relationele stoornissen (geen levenspartner kunnen vinden), alcoholmisbruik, ziekteverzuim en werkeloosheid.

In situaties waarin ten tijde van het naonderzoek sprake is van de aanwezigheid van een levenspartner, betaalde arbeid danwel een anderzins zinvolle dagvulling, kortom in situaties waarin sprake is van regelmatig georganiseerd sociaal verkeer en contact of waarbij sprake is van enige mate van financieeleconomische tevredenheid, mag een redelijke mate van verwerking en acceptatie van de voorgeschiedenis van het ongeval met zijn gevolgen worden verondersteld. Zoals in het appendix is te lezen zijn enkele vragen juist op de hierboven genoemde aspecten gericht.

De handicap na een plexusletsel

Maatschappelijke activiteiten strekken zich uit over een vrij breed terrein. Voor dit onderzoek werd gekozen voor de aspecten arbeid, sportbeoefening en vrije tijdsbesteding; zij vormen derhalve de parameters voor de vast te stellen handicap. De invloed van het ongeval en de daaruit voortvloeiende beperkingen alsmede de behandeling op deze aspecten werd nader geanalyseerd.

Arbeid

Van groot belang is de vraag of de patient weer zal kunnen terugkeren in het arbeidsproces en zo ja, of de oorspronkelijke activiteiten weer zullen kunnen worden uitgevoerd. Hierbij stuit men direkt op enige problemen:

1. voor de gegevensverwerking is een indeling en/of rubricering van het beroep of de activiteiten noodzakelijk.
2. wisselingen in deze rubrieken die los staan van het ongeval. Een voorbeeld is de plaats die scholieren innemen die na het ongeval niet weer naar school terugkeren.
3. er ontbreekt een referentiekader waarmee men de onderzochte groep kan vergelijken.

Vanwege deze aspecten leek een algemene vraagstelling wenselijk, waarbij onderzocht werd of de aard van de **werkzaamheden** principieel zijn veranderd. Onder werkzaamheden worden verstaan dagvullende activiteiten zoals arbeid in loondienst doch ook huishoudelijk werk en dagopleidingen.

Uit het oogpunt van interesse in dit proces werd ook nog gekeken naar de wijze van bemiddeling bij verandering van werkzaamheden. Hierbij kan gekozen worden tussen de afdeling bijzondere bemiddeling van het arbeidsbureau, tussenkomst van en bemiddeling door de Gemeenschappelijk Medische Dienst en het eigen initiatief. In situaties waarin geen werkzaamheden werden verricht, wordt gevraagd of de oorzaak hiervan samenhangt met het ongeval en in welke mate men arbeidsongeschikt is verklaard.

Teneinde uitspraken te kunnen doen omtrent veranderingen in de sociale status ten gevolge van het ongeval werd vergeleken met vergelijkbare parameters in het Statistisch Jaarboek 1986.

Voor weergave van de gedetailleerde vragen wordt verwezen naar het appendix.

Sport

De vragen die worden gesteld handelen over sportieve activiteiten zowel voor als na het ongeval. Ook de invloed van de behandeling en het gebruik van hulpmiddelen op sportbeoefening wordt onderzocht. De aard van de sport wordt overigens in het midden gelaten, doch wel wordt geevalueerd of de aard van de sport na het ongeval of operatieve ingreep dezelfde is gebleven als voor het ongeval resp. operatie. In situaties waarin geen

sport meer bedreven wordt, is onderzocht of dit naar de mening van de betrokkene samenhangt met functiestoornissen die voortvloeien uit het ongeval. Voor gedetailleerde vragen wordt verwezen naar het appendix.

Vrije tijdsbesteding

Analoog aan de benadering van de sportieve activiteiten werd het verschil onderzocht in vrije tijdsbesteding voor en na het ongeval. Ook aan de invloed van de behandeling op de vrije tijdsbesteding werd aandacht geschonken waarbij de aard van de vrije tijdsbesteding niet werd onderzocht. Wel van belang leek de subjectieve mening van de betrokkene omtrent het verband tussen het ongeval en de eruit voortvloeiende functiestoornissen en het niet-bedrijven van een hobby. Voor gedetailleerde vragen wordt verwezen naar het appendix.

Praktische uitvoering

Codering

Vanwege de diversiteit aan onderwerpen en de langdurige follow up per patient wordt een zeer groot aantal variabelen verzameld en vastgelegd. Dit brengt onherroepelijk problemen met zich mee bij de dataverwerking. Ook in verband met de statistische verwerking levert met de hand verwerken van de gegevens problemen op. Daarom is gekozen voor een protocol waarbij de antwoorden direct worden geregistreerd door middel van een code die computerbewerking toelaat. Naast persoonsgegevens wordt informatie gevraagd omtrent sociaal functioneren voor het ongeval, de toedracht, de begeleidende letsels en de resultaten van de verrichte diagnostiek. De wijze waarop de antwoorden kunnen worden gegeven bestaat uit:

1. ja/nee
2. voorgeclassificeerde 4 puntsschalen
voorgeclassificeerde 5 puntsschalen
voorgeclassificeerde 6 puntsschalen
3. antwoorden op open vragen

De enquête

Door middel van een enquête worden de subjectieve functiestoornis pijn geevalueerd, alle beperkingen alsmede de gegevens omtrent het sociale functioneren. Daarnaast persoonsgegevens voor zover deze niet door het medisch dossier konden worden verstrekt. De dagelijkse bezigheden ten tijde van het ongeval zijn van belang bij het inschatten van de invloed van het ongeval, de functiestoornissen en de therapie op de resocialisatie en de huidige werkzaamheden. T.a.v. de arbeidsmogelijkheden is het van belang inzicht te hebben in het niveau van scholing. De hierbij gekozen indeling van opleidingsmogelijkheden vertoont een opbouw wat betreft het volgen van basis-, voortgezet- en beroepsonderwijs. Daarnaast is een indeling gemaakt van de maatschappelijke status teneinde vergelijkingen mogelijk te maken. Voor gedetailleerde gegevens wordt verwezen naar het appendix. De toepassing van een 5 puntsschaal bij de beantwoording van de subjectieve gegevens i.p.v. een 10 puntsschaal is overwegend van praktische aard. De geringere winst aan gegevens bij de beantwoording via een 10- puntsschaal weegt niet op tegen de praktische nadelen bij de dataverwerking. Teneinde bij de beantwoording de neiging te verminderen om te komen tot een antwoord "in het midden", waarbij men zich enerzijds niet kwetsbaar opstelt en anderzijds toch de dokter een plezier doet door het aangeven van redelijke niet negatieve resultaten, werd gekozen voor een asymmetrische 4-puntsschaal, waarbij de punten 0-3 als volgt werden gewaardeerd;

- 0 - niet van toepassing
- 1 - zelden of nooit; (vrijwel) geen
- 2 - soms, redelijk, matig
- 3 - (vrijwel)altijd; (tamelijk) vaak; erg

Bewust van de beperkingen welke een enquête methodologisch met zich meebrengt werd in een pilotfase getracht de betrouwbaarheid van de vragen te verbeteren.

Uitvoering

Voordat het onderzoek met het definitieve protocol van start ging, werd onder 15 patienten een pilotstudie verricht naar de haalbaarheid van het gebruik van de enquête. Al spoedig bleek dat circa 85 % van de ondervraagde personen de wijze waarop de vragen werden gesteld niet begreep. Daarnaast ontbraken vragen over onderwerpen die over het hoofd waren gezien. Hierop werd een nieuwe versie uitgewerkt met een sterk vereenvoudigde vraagstelling, terwijl andere niet relevante informatie opleverende vragen werden weggelaten.

Met name de differentiatie tussen functionele en afunctionele hand liet zich niet in een vraag beschrijven. Daarentegen bleek de toepassing van de 4 puntsschaal duidelijk te voldoen. De spreiding van de antwoorden 0, 1, 2 of 3 per persoon over de diverse items leek alleszins acceptabel. Bij de ADL werd gekozen voor een vraagstelling die informatie verschafte of men tot bepaalde activiteiten **in staat** was i.p.v. een vraagstelling die gegevens verschafte over de vraag of men bepaalde activiteiten ook daadwekelijk uitvoerde. Bij de invloed van de schouderarthrodese werd gekozen voor vragen die bij een totaal afunctionele arm duidelijk afwijken van die welke werden gesteld bij personen met een functionele arm.

Bij de uitvoering sensu strictu van de enquête was sprake van een 1 op 1 situatie (onderzoeker vs. patient). De onderzoeker was tevens de ondervrager, waarbij de patient een exemplaar van de vragenlijst voor zich had. Voor het beantwoorden van de vragen was in principe onbeperkte tijd beschikbaar, doch er werd geen aanvullende uitleg gegeven in situaties die onbegrip deden vermoeden teneinde beïnvloeding van de patient te vermijden. Ter verduidelijking van de antwoordenkeuze bij de meerkeuzeschalen had de patient de beschikking over een papier waarop de definiering van de meerkeuze antwoorden waren afgedrukt. Alvorens te starten met de enquête werd uitvoerig uitleg gegeven omtrent:

- 1 - doel van het onderzoek in het algemeen en de enquête in het bijzonder
- 2 - de gebieden waarop de vragen betrekking hadden
- 3 - de wijze waarop men tot een keuze diende te komen en het antwoord diende te geven

Als "voorproefje" werden enkele proefvragen gesteld waarna het eigenlijke onderzoek werd gestart. Na voltooiing van de enquête volgde een lichamelijk onderzoek. Invulling van de overige (voornamelijk) dossiergegevens vond op een ander moment plaats.

HOOFDSTUK 9

De onderzochte groep

De populatie patiënten die in het tijdsbestek 1976-1987 een letsel opliep van de plexus brachialis bestaat uit 110 personen. Hiervan werden 4 personen van het onderzoek uitgesloten in verband met ernstige cognitieve functiestoornissen tengevolge van een hersenletsel (2) en in verband met een eenmalig expertise in en door de werkgroep (2). Bij 2 personen heeft een amputatie van de bovenarm plaats gevonden. Bij het onderzoek naar het beloop in de tijd tot het moment van amputatie worden deze individuen meegeteld, bij het onderzoek naar het uiteindelijk (individueel en maatschappelijk) functioneren worden zij buiten beschouwing gelaten. De overblijvende 104 personen werden benaderd voor het naonderzoek, doch hiervan vielen 6 personen af omdat zij medewerking aan het onderzoek weigerden (2) of niet bereikbaar danwel onvindbaar waren (4). Uiteindelijk resteert een groep van 98 personen. Bij 3 individuen was sprake van een compressieletsel dat restloos genas, bij 1 persoon was sprake van een direkt letsel. Bij de overige 94 personen was sprake van een tractieletsel dat bij 1 persoon restloos genas. Bij het beoordelen van de follow up en het beloop in de tijd werden deze 4 individuen meegeteld, echter bij de analyse van het uiteindelijk functioneren in het eindstadium werden zij buiten beschouwing gelaten. Van alle personen met een tractieletsel werd bij 2 een epineurolysis verricht en bij 1 werden kabeltransplantaten aangelegd.

De gemiddelde naonderzoektijd bedraagt 8 jaar met een spreiding van 5-11 jaar. De geslachtsverdeling is 90 mannen en 8 vrouwen. De localisatie van het letsel is in 50 gevallen links en in 48 gevallen rechts. In de populatie was geen persoon met een dubbelzijdig plexusletsel.

In tabel 9.1 wordt een frequentieverdeling gegeven van de leeftijd ten tijde van het ongeval van de personen met een tractieletsel. De mediaan van de leeftijd ten tijde van het ongeval bedraagt 18 jaar en 6 maanden (N=94).

leeftijd	aantal	percentage
<16	7	7
16-20	62	66
21-25	10	11
> 25	15	16
T	94	

Tabel 9.1. Leeftijdsverdeling ten tijde van het ongeval.

In tabel 9.2 wordt een overzicht gegeven van de toedracht. Het blijkt dat de motor en de bromfiets het belangrijkste aandeel hebben in de ongevalstoedracht, nl. samen 75%. In mindere mate zijn de auto, een voetganger, de bouw of industrie, het agrarisch bedrijf of de sport betrokken bij de toedracht. Tot de categorie 'overige' behoren ongevallen in/rond huis (val van een trap (2), arm in centrifuge (1)) en een val van een paard.

toedracht	aantal	percentage	percentage CBS '85
motor	19	19	6
bromfiets	55	56	29
auto	9	9	36
fiets	4	4	21
voetganger	1	1	7
bouw/industrie	2	2	-
agrarisch bedrijf	3	3	-
sport (paardrijden)	1	1	-
overig	4	4	-
T	98		

Tabel 9.2. Overzicht van de toedracht van het ongeval; een deel wordt vergeleken met de CBS opgave 1985 van het aantal verkeersslachtoffers naar wijze van deelneming aan het verkeer.

Daar het verkeersongeval een belangrijke factor is bij het ontstaan van een plexus brachialisletsel werd gekeken naar de frequentieverdeling van ongevallen waarbij alleen een motor of bromfiets was betrokken, verdeeld over 24 uur. Het blijkt dat er 3 pieken kunnen worden gevonden zoals in fig. 9.1 wordt getoond. Opmerkelijk is dat deze pieken zijn geconcentreerd rond de ochtend- en avondspits alsmede de late avond/vroege ochtend, een moment waarop toch de verkeersintensiteit relatief laag mag worden verondersteld.

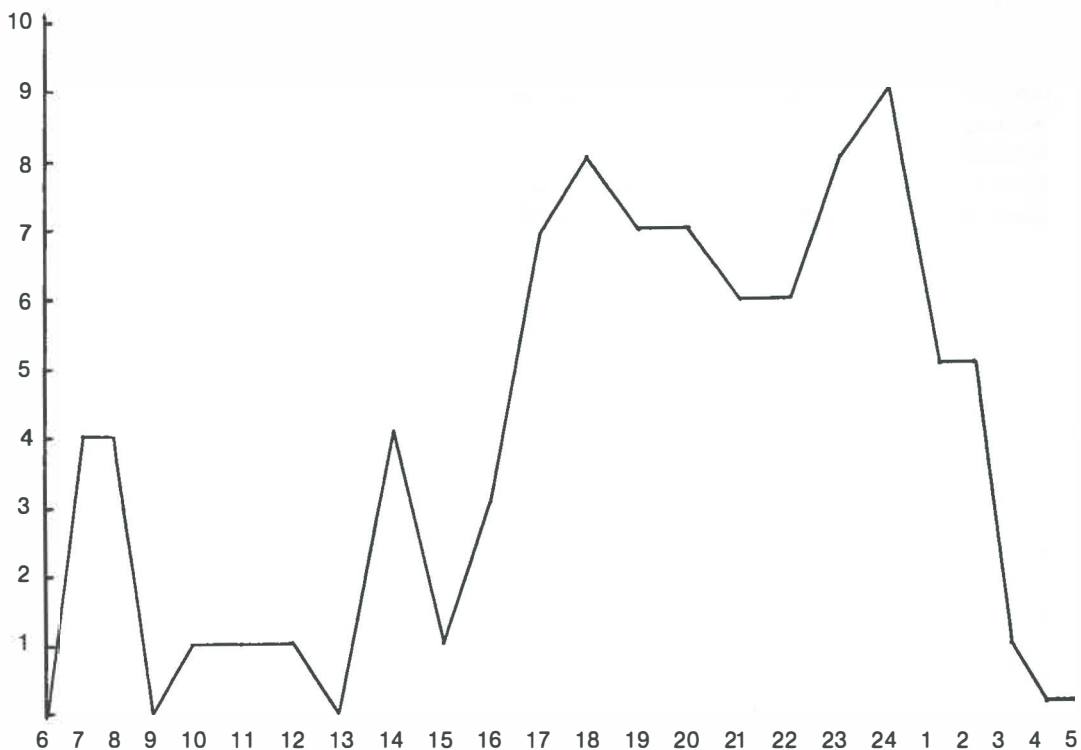


Fig. 9.1. Het tijdstip van het ongeval, veroorzaakt door motor of bromfiets, over 24 uur verdeeld

Begeleidende letsels werden zeer frequent gediagnostiseerd. Dit houdt verband met het feit dat het merendeel een verkeersongeval betreft hetgeen gepaard gaat met een relatief hoge energieoverdracht (grof inwerkende krachten).

Omwille van de duidelijkheid is een tweedeling gemaakt tussen letsels aan de betrokken arm, c.q. schouder(gordel), hoofd en nek enerzijds en letsels van de overige delen van het lichaam anderzijds. In tabel 9.3 wordt een overzicht gegeven van de begeleidende letsels aan de betrokken arm, hoofd en cervicale wervelkolom. Alle overige letsels betreffen onder meer fracturen van het femur homolateraal (10), tibia (3), humerus/onderarm contralateraal (3), 1e rib (5), bekken (2), amputatie van een been (2), schedel/aangezichtletsel (9), ernstig thoraxletsel (7) en/of stomp buikletsel (9). Bij 42 individuen komt een combinatieletsel voor met de categorie overig.

letsel	aantal	percentage
contusio cerebri	20	20
luxatiefractuur CWK	8	8
letsel a.brachialis of a.subclavia	8	8
fractuur bovenarm/schoudergordel	37	38
fractuur onderarm/hand	23	24
overige letsels	50	51

Tabel 9.3. Frequentie van voor het onderzoek relevante begeleidende letsels.

De psychosociale achtergrond

In tabel 9.4 wordt een ontwikkelingsprofiel gegeven aan de hand van de laatst doorlopen scholing. Hierbij is de laatst voltooide (voor)opleiding gescoord. Het blijkt dat veruit de meeste individuen lager beroepsonderwijs hebben genoten en een kleiner doch niet minder belangrijk aantal het middelbaar beroepsonderwijs. Het blijkt dat vergeleken met het landelijke gemiddelde voor wat betreft de voltooide vooropleidingen volgens het CBS, de groepen met een voltooide LBO en MBO opleiding vaker bij een ongeval met een plexusletsel als gevolg betrokken waren dan op grond van toeval zou worden verwacht.

opleidingsniveau	aantal	%	gem. % CBS
academisch	2	2	6
HBO	5	5	7
MBO	19	19	15
LBO	52	53	31
VWO	1	1	9
HAVO	4	4	10
MAVO	6	6	19
6 kl. LO	9	9	5
T	98		

Tabel 9.4. De laatst genoten opleiding van de onderzochte groep en vergeleken met de landelijke bevolkingsdoorsnede in 1985 vlg. het CBS.

Eveneens werd nagegaan wat ten tijde van het ongeval het normale maatschappelijke activiteitenpatroon was. Hierbij is omwille van het overzicht een grove indeling gemaakt die een globaal inzicht verschaft in de dagelijkse activiteiten. In tabel 9.5 wordt een schematisch overzicht gepresenteerd.

activiteit	aantal	%	gem. % CBS
onderwijs	35	-	-
arbeid in loondienst	53	90	60
zelfstandige	1	2	4
arbeid in WSW verband	2	-	-
WAO/AWW (75%)	1	2	16
werkeloos (WW/RWW)	4	7	6
huishouden	1	-	-
overig	1	-	-
T	98		

Tabel 9.5. De sociale status ten tijde van het ongeval vergeleken met de landelijke doorsnede van de beroepsbevolking in 1985 vlg. het CBS.

Uit tabel 9.5 blijkt dat er sprake is van twee belangrijke categorieën, nl. een groep die onderwijs volgt en een grotere groep personen met een functie in loondienst, waarbij moet worden aangetekend dat niet exact te bepalen was het landelijke aantal individuen van 15 jaar en ouder dat nog onderwijs volgt. Volgens de CBS criteria is de ondergrens van de beroepsbevolking 15 jaar doch wordt in de statistieken geen leeftijdsonderscheid gemaakt. Bovendien komt men in de CBS statistieken de categorieën arbeid in WSW verband en huishoudelijk werk niet tegen. Een aantal CBS categorieën zijn echter weer niet van toepassing, c.q. te gebruiken ter vergelijking met de eigen gegevens. In verband hiermee werden deze laatstgenoemde categorieën bij de berekening van het totale percentage niet meegerekend. Opvallend is dat het aantal personen in loondienst in de onderzochte groep 50 % hoger ligt dan het landelijk gemiddelde en dat het aantal arbeidsongeschikten landelijk het 8-voudige bedraagt van dat in de onderzochte populatie!

Beschouwing

De gegevens t.a.v. de leeftijd ten tijde van het ongeval zijn in overeenstemming met de literatuur (Bonney '59, Fletcher '69, Alnot '83, zie tabel 2.3), met dien verstande dat de piek voor de Nederlandse situatie waarschijnlijk enige jaren is verschoven naar een jongere leeftijd binnen het interval 16-25 jaar. Dit houdt kennelijk verband met het typisch nederlandse verschijnsel van de bromfiets terwijl de buitenlandse situatie hoofdzakelijk is geënt op ongevallen bij motorrijders. Nederlandse literatuur betreffende bromfietsletsels is echter gering (Thomeer '91, '93). Het is echter de vraag of met betrekking tot het ontstaan van een plexus brachialisletsel onderscheid relevant is: in beide gevallen blijkt sprake van een dermate grof inwerkend geweld (getuige ook de begeleidende nevenletsels) dat de plexus gelaedeerd wordt. Hoogstwaarschijnlijk zal een motorrijder meer ernstiger nevenletsels oplopen doch onderzoek hiernaar viel buiten het kader van dit onderzoek.

De motor en de bromfiets zijn samen bij 75% van de ongevallen waarbij een plexus brachialisletsel ontstaat, betrokken. Dit is aanzienlijk meer dan het aandeel van de motor zoals in het buitenland voorkomt (Merle d'Aubigne '67, Seddon '72, Wynn Perry '74, Narakas '78) en waarbij het percentage rond de 50 schommelt (zie tabel 2.2). Aangenomen dat in Nederland in de jaren '70 en begin jaren '80 geen motorcultuur aanwezig was zoals

in de Engelstalige landen, moet de bromfiets wel de factor zijn die het aantal letsels van de plexus brachialis doet stijgen. Vergeleken met cijfers van het CBS over 1985 blijkt de bromfiets ook opmerkelijk vaak betrokken te zijn bij een ongeval met plexusletsel als gevolg in verhouding tot de gemiddelde betrokkenheid bij alle verkeersongevallen, nl. 56% resp. 29%. De overige afwijkingen met de literatuur laten zich verklaren uit verschillen in cultuur (schotverwondingen) en geografische kenmerken (industriegebied vs agrarisch gebied).

De perioden met een verhoogd ongevalsrisico zijn toe te schrijven aan het avondspitsuur, alsmede aan waarschijnlijk onvoorzichtig rijgedrag in de nachtelijke uren onder invloed van alcoholgebruik zoals in 75% van die gevallen in de eerste ontslagbrieven (uit veelal de chirurgische of neurologische klinieken) vermeld stond. Daar het aantal slachtoffers eigenlijk behoort te worden gerelateerd aan de verkeersintensiteit mag hieraan geen absolute waarde worden toegekend. Nadere gegevens hieromtrent van toepassing zijnde op de onderzochte periode, konden in de literatuur niet worden gevonden.

Uit het overzicht van de begeleidende letsels blijkt de ernst van het in vrijwel alle gevallen hoog-energetische letsel. Opmerkelijk is dat ondanks het percentage van 8 personen met röntgenologisch aangetoond letsel van de (cervicale) wervelkolom geen dwarslaesie heeft. Evenmin waren er restverschijnselen van myelopathie aantoonbaar zoals in de literatuur wel wordt gemeld (Grundy e.a. '84).

Er zijn geen literatuurgegevens bekend die systematisch de sociale achtergrond van de onderzochte populatie beschrijven. Op grond van eigen onderzoek en vergeleken met gegevens van het Centraal Bureau voor de Statistiek kan een deel van de onderzochte groep worden aangewezen die vaker dan op grond van het toeval mag worden verondersteld, betrokken is bij een ongeval waarbij een plexus brachialisletsel wordt opgelopen, nl. de groep die middelbaar en lager beroepsonderwijs volgt. Dit correleert op zich weer goed met de leeftijdscategorie die het meest getroffen is. Een gedeelte van de onderwijsvolgenden is niet adequaat te traceren hetgeen samenhangt met de registratiemethode bij het CBS. Daarnaast is er nog sprake van een niet te achterhalen categorie met deeltijdonderwijs. Bovendien kan mogelijke vertroebeling ook nog voortkomen uit personen die geregistreerd staan als werkeloos doch part time onderwijs volgen en/of part time werken.

Conclusies

In grote lijnen komen de kenmerken van de groep individuen met een plexus brachialisletsel overeen met de literatuur. Op grond van deze kenmerken kan een vrij nauwkeurig beeld worden geschetst van de "risicopersoon": een mannelijk persoon van 18 jaar met een lager beroepsopleiding en in het bezit van een bromfiets. Met het stijgen van de leeftijd zal de bromfiets geleidelijk worden vervangen door de motor. Meestal (75% van de ongevallen in de avondpiek) overkomt hem een ongeval in de nachtelijke uren onder invloed van alcohol. Het bromfietsongeval is gezien de grote energieoverdracht zoals blijkt uit de ernst van de begeleidende letsels en de mate van zenuwuitval, een ernstig trauma. De Nederlandse wetgeving stelt op korte termijn een maximum aan het vermogen van motoren bereden door jonge personen. Uit het eigen onderzoek blijkt dat het grootste aantal slachtoffers met een plexus brachialisletsel echter bromfiets rijdt. Uit preventieve overwegingen verdient het wellicht meer aanbeveling strenger toe te zien op naleving van de maximum snelheid.

HOOFDSTUK 10

Onderzoek van functiestoornissen

Localisatie van het letsel

In de gehele onderzochte populatie is bij 4 individuen sprake van een restloos herstel binnen een half jaar, zodat een neuropraxie mag worden geconcludeerd. Dit werd ook bevestigd door de gebruikelijke ermee gepaard gaande EMG bevindingen zoals verbetering van de motorische en sensibele responsen. Daarnaast hadden 29 personen een totaal en compleet letsel hetgeen bij alle 29 heeft geleid tot een blijvende volledige "flail arm". Wanneer deze totale en complete letsels buiten beschouwing worden gelaten blijft een categorie van 65 individuen over met een volledige uitval in de beginfase, denervatie in de musculatuur doch zonder aanwijzingen voor wortelletsel.

Ten behoeve van vergelijkingen met de literatuur is een verdere rubricering gewenst. Bij de topografische indeling wordt in de literatuur echter een clustering van de diverse segmenten toegepast (zie tabel 3.1). Een nadeel betreft hierbij het ontbreken van inzicht in combinatieletsels, in functioneel en niet-functioneel herstel terwijl ook de definiering van partieel letsel niet altijd even duidelijk is.

In het eigen onderzoek wordt hiertoe een andere methode toegepast en worden de volgende definieringen gehanteerd:

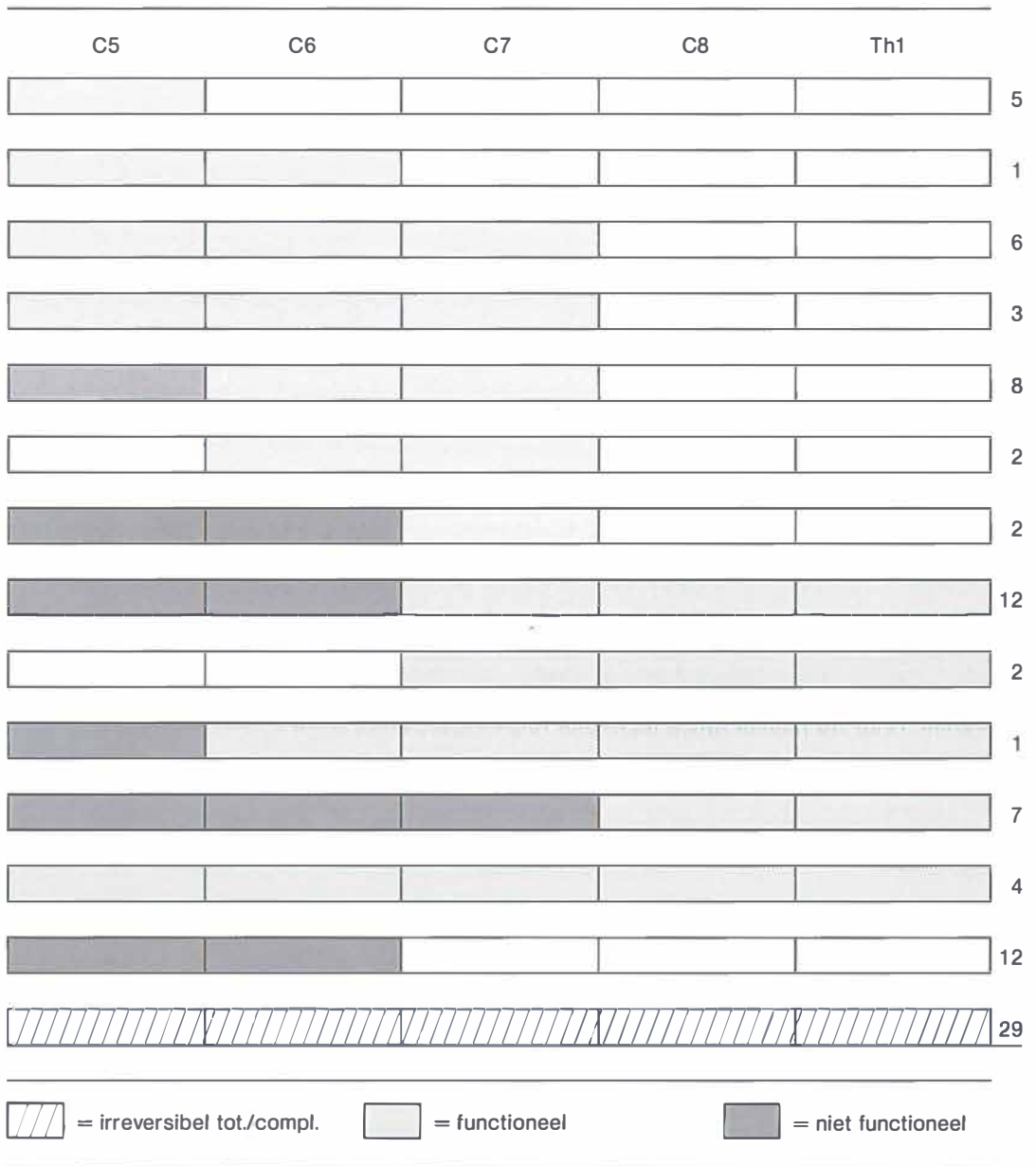
Bij een compleet letsel zijn alle segmenten aangedaan en bij een totaal letsel is per segment sprake van volledige uitval.

De indeling van zenuwlaesies volgens Seddon is het substraat dat de basis vormt voor het klinisch werken. Een axonotmesis of neurotmesis kan echter nooit bewezen worden anders dan met microscopisch onderzoek. Daar beiden echter volledige uitval kunnen veroorzaken is een aantoonbaar verschil op klinische gronden vaak onmogelijk. Een tmesis kan hoogstens met een zekere mate van waarschijnlijkheid worden vermoed. Toepassing van deze (histologische) indeling in het kader van dit onderzoek werd dan ook niet als zinvol beschouwd.

Bij de bewerking van het eigen materiaal werd dan ook gekozen voor een andere opzet met een andere selectie:

1. personen met irreversibele totale en complete uitval (groep 1)
2. personen met aanvankelijk totale uitval en in het eindstadium herstel in spierkracht, zij het afunctioneel (groep 2)
3. personen met aanvankelijk totale uitval en in het eindstadium functioneel herstel, ontstaan na het eerste half jaar na het ongeval (groep 3)

In diagram 10.1 wordt een overzicht gepresenteerd van de topografie van het tractieletsel, gebaseerd op de gegevens zoals vastgelegd ten tijde van het naonderzoek. Dit overzicht biedt een globale indruk van het gedeelte van de plexus waar de laesie is gelocaliseerd. Teneinde vergelijking met de literatuur mogelijk te maken is getracht zo veel mogelijk dezelfde indeling te hanteren.



Figuur 10.1. Diagram waarin aangegeven de segmentele verdeling van functionele en niet-functionele spierkracht in het eindstadium.

Uit bovenstaand diagram blijkt dat bij de niet-totale letsels in 18 gevallen sprake is van functioneel herstel. Een niet functionele spierkracht wordt vastgesteld in 12 gevallen en een combinatie van functioneel en niet-functioneel herstel wordt aangetroffen in een duidelijke meerderheid, nl. in 33 gevallen. Opmerkelijk is dat de gevallen van niet-functioneel herstel hoofdzakelijk in de spieren voorkomen geïnnerveerd vanuit de hogere segmenten (91 %). Wanneer de frequentie van de diverse vormen van herstel per segment wordt gerangschikt dan ontstaan de gegevens zoals weergegeven in tabel 10.1. In deze tabel is duidelijk te

zien dat een niet-totaal letsel meestal voorkomt ter hoogte van C7 en in de resterende gevallen een vrij gelijkmatige spreiding vertoont over de andere segmenten. Niet-functioneel herstel treffen we echter vrijwel alleen aan in de hogere segmenten C5 en C6.

	C5	C6	C7	C8	Th1
groep 1 (irrevers.tot./compl.)	29	29	29	29	29
groep 2 (functioneel herstel)	19	25	40	26	28
groep 3 (niet-functioneel herstel)	42	33	7	3	3

Tabel 10.1. Het voorkomen van het diverse vormen van herstel per segment in het eindstadium.

Verloop in de tijd van de spierkracht

Zoals in hoofdstuk 8 uitvoerig is beschreven, is de spierkracht retrospectief vastgelegd aan de hand van dossiergegevens en waarbij als meetmethodiek is gebruikt de manuele spiertest zoals ontwikkeld door de Medical Research Council. De aan een spier toegekende waarde is een momentane ordinale grootheid. Het rekenkundige gemiddelde is derhalve een ongeschikte waarde. Ook de mediaan is niet geschikt: met betrekking tot spierkracht heeft bij voorbeeld een waarde van 3,3 geen betekenis daar de meetmethode te grof is. Bovendien blijken in het verloop van de tijd vrij veel individuen uit te vallen zodat het vervolgen in de loop van de tijd minder betrouwbaar lijkt te worden. De enige beschrijvende grootheid die in dit geval bruikbaar is, is de modus, die aangeeft welke klasse het meeste voorkomt. Door de relatief grove wijze van beschrijven wordt voorbij gegaan aan de overgang van twee opeenvolgende klassen en kunnen onvoldoende nauwkeurig de spreiding en de uiterste waarden worden aangegeven. In de tabellen 10.3 t/m 10.8 wordt een overzicht gepresenteerd van deze modus, bepaald per spiergroep terwijl ook de frequentie van de modus t.o.v. het aantal onderzochte personen, uitgedrukt in een percentage van het aantal personen, wordt aangegeven.

De eerste kolom geeft de modus van de spierkracht en percentage aan 3 maanden na het ongeval (T3), de tweede kolom 6 maanden na het ongeval (T6), enz. De bovenste rij geeft het tijdstip van de observatie weer, de tweede rij de modus van de spierkracht, de derde rij het percentage van de modus t.o.v. het totale aantal observaties en de onderste rij het aantal observaties.

	T3	T6	T9	T12	T15	T18	T21	T24	Tz
modus	0	0	0	0	0	1	1	1	4
%	82	68	53	44	40	27	31	29	28
N=	74	65	51	47	47	40	29	45	98

Tabel 10.2. De modus van de spierkracht van de schouderabductoren in het verloop van de tijd alsmede het percentage van voorkomen binnen de geobserveerde groep.

3 Maanden na het ongeval verkeert het overgrote deel (82 %) van de schouderabductoren in een paralytisch stadium (tabel 10.2). Hierin komt geleidelijk verbetering totdat na 9 maanden nog ongeveer de helft van de individuen een volledige uitval heeft. Geleidelijk worden de percentages lager d.w.z. dat de spreiding groter wordt. In het eindstadium is de meest voorkomende frequentie van de spierkracht graad 4, nl. bij 28% van de gemeten individuen.

	T3	T6	T9	T12	T15	T18	T21	T24	Tz
modus	0	0	0	0	2	2	2	2	4
%	80	66	45	37	34	34	44	40	33
N=	66	61	47	42	44	36	27	42	98

Tabel 10.3. De modus van de spierkracht van de anteflectoren van de schouder in het verloop van de tijd alsmede het percentage van voorkomen binnen de geobserveerde groep.

In het beginstadium zijn de anteflectoren van de schouder bij verreweg de meeste individuen paralytisch (tabel 10.3). Tot ongeveer 9 maanden na het ongeval is bij de helft van het aantal individuen volledige uitval het meest voorkomend. Geleidelijk aan vermindert dit aantal tot ruim een derde na een jaar. Uiteindelijk bereikt een derde van het aantal individuen minimaal graad 4 als spierkracht. Het grote aantal missing data bemoeilijkt de interpretatie. Bovendien wordt de spreiding van de spierkracht groter hetgeen blijkt uit het kleiner worden van het percentage.

	T3	T6	T9	T12	T15	T18	T21	T24	Tz
modus	0	0	0	0	0	1	2	3	3
%	88	63	46	38	28	23	25	26	21
N=	67	67	54	47	47	44	28	43	98

Tabel 10.4. De modus van de spierkracht van de m. biceps in het verloop van de tijd alsmede het percentage van voorkomen binnen de geobserveerde groep.

Hetzelfde beeld zien we grofweg bij de m.biceps (tabel 10.4). Aanvankelijk is er een groot aantal personen met een paralytische elleboogflexie dat geleidelijk met 50% afneemt tot een jaar na het ongeval. Het herstel lijkt zich hier trager te ontwikkelen daar 15 maanden na ongeval de volledige uitval nog het meest voorkomt. In het eindstadium is de maximale spierkracht bij 21% graad 3. Vergeleken met de schouder-musculatuur neemt de maximale frequentie die het meest voorkomt met 1 punt af.

	T3	T6	T9	T12	T15	T18	T21	T24	Tz
modus	0	0	0	0	4	4	4	4	4
%	63	59	37	32	33	27	30	34	33
N=	67	59	49	44	43	33	23	35	98

Tabel 10.5. De modus van de spierkracht van de m. triceps in het verloop van de tijd alsmede het percentage van voorkomen binnen de geobserveerde groep.

In tabel 10.5 wordt het beloop weergegeven voor de m.triceps. In het beginstadium lijkt een relatief kleiner aantal personen behept met totale uitval van de m.triceps, vergeleken met meer proximale musculatuur. Het percentage personen met een goed functionerende m.triceps in het eindstadium bedraagt circa een derde overeenkomend met het percentage goed functionerende anteflectoren van de schouder.

	T3	T6	T9	T12	T15	T18	T21	T24	Tz
modus	0	0	0	0	0	0	0	0	0
%	63	61	50	34	43	50	50	43	38
N=	67	57	42	41	30	22	12	23	98

Tabel 10.6. De modus van de spierkracht van de m. extensor digitorum communis in het verloop van de tijd alsmede het percentage van voorkomen binnen de geobserveerde groep.

Tabel 10.6 geeft een overzicht weer van het herstelgedrag van de m.extensor digitorum communis. Het initiele aantal personen met volledige uitval is identiek aan dat wat geldt voor de m.triceps. Duidelijk is dat het aantal personen dat een slechter herstel vertoont, met name afgemeten aan de situatie in het eindstadium, is toegenomen. Ook in de eindsituatie blijft de meest voorkomende frequentie de spierkracht graad 0. Getuige het kleiner wordende percentage in de loop van de tijd neemt de spreiding toe.

	T3	T6	T9	T12	T15	T18	T2	
modus	0	0	0	0	0	0	0	0
%	54	62	49	44	52	53	33	38
N=	36	31	19	15	13	10	4	98

Tabel 10.7. De modus van de spierkracht van de m. abductor pollucis brevis in het verloop van de tijd alsmede het percentage van voorkomen binnen de geobserveerde groep.

Het beeld bij de m.abductor pollucis brevis (tabel 10.7) toont grote overeenkomst met dat van de m.ext.dig.comm., zowel in het begin- als in het eindstadium. Duidelijk is dat een groter aantal personen dat in de beginsituatie te kampen had met uitval, ook in het eindstadium behept is met afunctionele musculatuur. Naarmate de te overbruggen afstand groter wordt, wordt de spreiding in de uiteindelijk behaalde resultaten eveneens groter en de kans op het behalen van functionele spierkracht kleiner.

Nagenoeg alle voorgaande tabellen geven nogal fluctuaties te zien in de percentages, terwijl weinig variatie voorkomt in de geregistreerde modus. Dit is inhaerent aan de modus daar geen rekening wordt gehouden met andere waarden buiten de meest voorkomende klasse. Bovendien schommelt het percentage niet uitgevoerde metingen na 18 maanden tussen 15 en 20%. Een voorzichtige trend die in de voorgaande tabellen is te traceren, is dat bij een groter aantal personen het herstel beter verloopt voor meer proximaal gelegen spieren. Het aantal missing data en de modus maken het niet goed mogelijk, louter op grond van klinische spierkracht, betrouwbare uitspraken te doen omtrent het verloop in de tijd.

Uitgaande van het onderscheid functionele en niet-functionele spierkracht en vergelijking van de begin en eindsituatie kan met kruistabellen enige indruk over het herstelgedrag

worden verkregen. Hierbij wordt alleen gekeken naar de personen met volledige uitval in het beginstadium en die toch gedurende het eerste half jaar na het ongeval een enkelvoudig aanspanningspatroon op het EMG ontwikkelen.

T3			Tz			T3			Tz			T3			Tz		
<3	15 (79)	-	<3	25 (100)	5 (20)	<3	38 (95)	9 (22)	>3	4 (21)	19 (100)	>3	2 (5)	31 (76)			
C5						C6						C7					
T3			Tz			T3			Tz			T3			Tz		
<3	26 (100)	16 (62)	<3	26 (100)	23 (88)	<3	26 (100)	23 (88)	>3	-	10 (38)	>3	-	3 (12)			
C8						Thi											

Tabel 10.8. Kruistabellen die het verloop in de tijd tussen begin- (T3) en eindsituatie (Tz) verduidelijken bij het partiele letsel; hierbij is een scheiding gemaakt tussen functionele (≥3) en niet-functionele (<3) spierkracht. Tussen haakjes staat aangegeven het percentage t.o.v. het aantal individuen op het desbetreffende tijdstip.

In kruistabel **C5** blijken alle personen met afunctionele spierkracht of volledige uitval te herstellen (100 %). In tabel **C6** blijken van de 25 personen met een ernstige parese of volledige uitval er 20 voldoende te zijn hersteld. Er is een toename naar de functionele groep met 80%. Dit betekent dus dat bij 5 individuen het letsel zodanig was dat een functioneel herstel niet meer haalbaar was. Tabel **C7** toont dat van de 38 personen met (nagenoeg) volledige uitval van de m. ext. digit. comm. in de beginfase er 29 voldoende herstelden, terwijl 9 individuen uitval blijven houden. In tabel **C8** is te zien dat "slechts" 10 individuen de groep functionele spierkracht halen, vergeleken met de oorspronkelijke 26 individuen met (nagenoeg) volledige uitval, een toename met 38%. Tenslotte geeft kruistabel **Th1** weer de verandering bij individuen met uitval van de m. abd. pollucis. Het valt op dat het aantal personen met functionele spierkracht met 3 (12%) toeneemt terwijl het aantal personen met afunctionele musculatuur relatief hoog blijft met 23 (88%).

Uitgaande van volledige uitval in het beginstadium en het ontstaan van een enkelvoudig aanspanningspatroon gedurende het eerste half jaar na het ongeval, kan als algemene trend worden geconstateerd dat het percentage personen met functionele spierkracht in het eindstadium met globaal 80 % toeneemt voor de spieren geïnnerveerd vanuit de hogere segmenten. Dit percentage neemt slechts toe tot 38% en 12 % voor de musculatuur geïnnerveerd vanuit de segmenten C8 resp. Th1.

Een klinisch relevante vraag is of na 2 jaar een eindtoestand is bereikt. Dit heeft praktische consequenties met betrekking tot medische en paramedische follow up. Hiertoe werd getoetst dat de spierkracht na 2 jaar verschilt van die ten tijde van het naonderzoek (werd beschouwd als eindstadium) en dat dit verschil berust op toeval. Zoals in hoofdstuk 9 is beschreven bedraagt de gemiddelde follow up 8 jaar met een spreiding van 5-11 jaar. Uitgezonderd werd het meten van de spierkracht van de schoudermusculatuur bij die individuen bij wie een schouderarthrodese had plaats gevonden. Daar dit gepaarde waarnemingen betreft werd door middel van de Wilcoxon symmetrietoets getoetst dat 2 jaar na het ongeval een verschil in gemeten spierkracht (t.o.v. het eindstadium) berust op toeval. Het blijkt nu dat voor vrijwel alle spiergroepen de kracht 2 jaar na het ongeval op een niveau van $P < 0,01$ niet significant verschilt. Een uitzondering dient te worden gemaakt voor de schoudermusculatuur (abductie en anteflexie). Het blijkt dat bij 10% van de

individuen ook na twee jaar de kracht van de schoudermusculatuur nog blijkt toe te nemen. Een verklaring voor dit verschijnsel kan zijn in de loop van de tijd meer vezels de juiste spier bereiken dan wanneer deze distaal was gelegen terwijl door de snellere bereikbaarheid van de spier relatief meer spierweefsel bespaard zou kunnen zijn gebleven voor atrofie en fibrosering.

De relatie met het EMG

In hoofdstuk 5 is uiteengezet op welke wijze het EMG betrokken is bij het beoordelen van de motorische denervatie en reïnnervatie. Het is gebleken dat de EMG onderzoeken niet altijd om de 3 maanden werden uitgevoerd doch dat veelal na 6 maanden alleen op indicatie de meest relevante spieren werden onderzocht. Dit heeft uiteraard geleid tot een relatief groot aantal missing data.

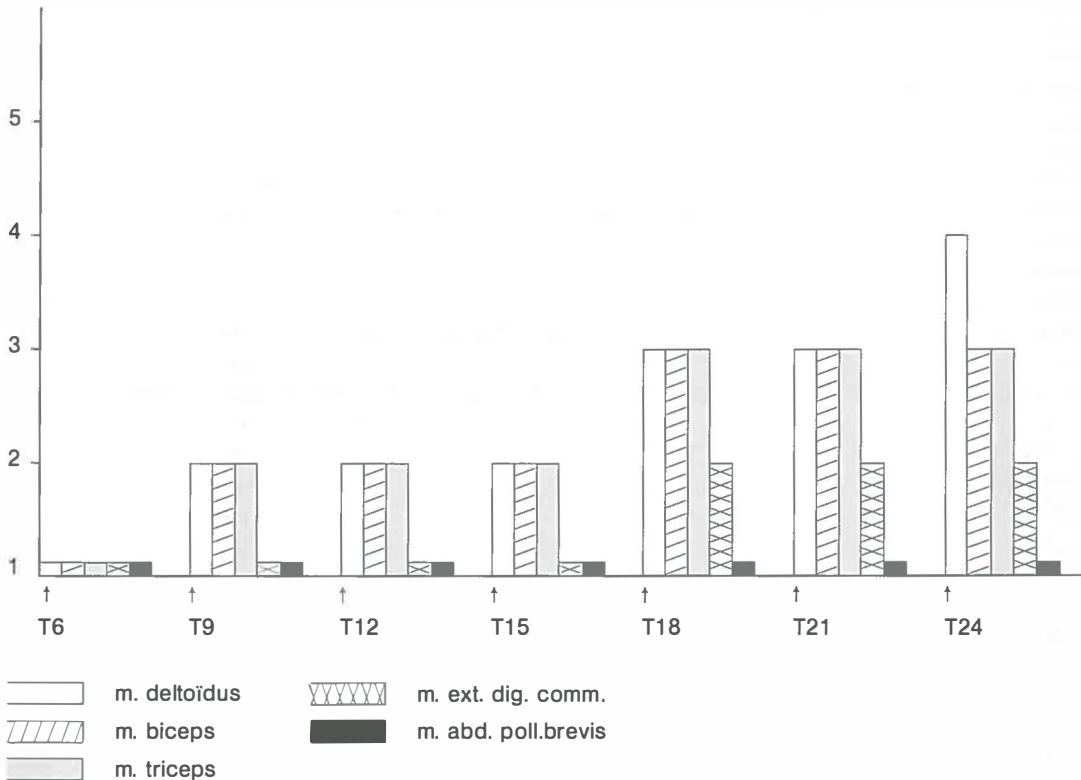


Fig. 10.2. Diagram waarin aangegeven de modus van het EMG per spiergroep als functie van de tijd.

Bovendien blijkt het niet eenvoudig een statistische beschrijvende grootheid te kiezen; gezien de aard van de variabelen zijn het rekenkundige gemiddelde en de mediaan niet geschikt om te gebruiken. Toch is een poging ondernomen om een algemene trend te kunnen ontdekken door het berekenen van de modus en deze af te zetten tegen het tijdsverloop.

In fig. 10.2 is duidelijk te zien dat 6 maanden na het letsel bij de meeste individuen nog geen reïnnervatie kan worden geregistreerd. In de periode van 9 tot 15 maanden na het letsel beginnen de meeste reïnnervatiepatronen in de meer proximaal gelegen musculatuur op gang te komen. In de handmusculatuur wordt bij de meesten elektrofysiologisch geen reïnnervatieactiviteit waargenomen, terwijl de vingerextensoren een tussenpositie innemen.

In de loop van het tweede jaar na het letsel bereikt de reïnnervatie van schouder- en bovenarmmusculatuur bij de meesten haar maximum, waarbij de schouderspieren overwegend een gemengd aanspanningspatroon behalen. De elleboogbuigers en -strekkers bereiken overwegend een arm gemengd aanspanningspatroon, terwijl de extensoren van de vingers voor het meeste deel een enkelvoudig aanspanningspatroon behalen.

Een voorzichtige algemene conclusie kan luiden dat hoe proximaler de te (re)innerveren spier gelocaliseerd is des te groter de kans is dat uiteindelijk een functionele spier(groep) zal ontstaan. De modus is echter een te grove maat voor verdergaande uitspraken en laat ons in het ongewisse omtrent uitzonderingen, d.w.z. classificering hoger of lager dan de modus.

Daar het EMG signaal, gekenmerkt door zijn hogere gevoeligheid, op het klinische herstel vooruit kan lopen ligt het voor de hand te kijken of hiermee ook een uitspraak t.a.v. verder herstel in de toekomst kan worden gedaan. Naar analogie van de uitspraak die reeds eerder is toegepast bij de beoordeling van het klinische herstel van spierkracht (Nagano e.a. '84), wordt de voorspelbaarheid van het EMG getoetst. Beoordeeld wordt of de klinische spierkracht in het eindstadium functioneel wordt als na 6 maanden een bepaald aanspanningspatroon wordt vastgesteld in de spieren geïnnerveerd vanuit de hogere segmenten en na 9 maanden in de spieren geïnnerveerd in de lagere segmenten. Hiertoe werden alle individuen geselecteerd met een enkelvoudig aanspanningspatroon (EMG gr.2) alsmede een enkelvoudig tot arm gemengd aanspanningspatroon (EMG gr.3) na 6 maanden en vergeleken met de **klinische spierkracht** in het eindstadium. Met behulp van de χ^2 toets werd gekeken of de overeenkomsten berustten op toeval.

	EMG gr. 2	EMG gr. 3	T
kracht abd. gr. <3	29	0	29
kracht abd. gr. \geq 3	8	8	16
T	37	8	45
χ^2 toets, $p < 0,001$			

Tabel 10.9. Het reïnnervatiepatroon in de m.deltoideus 6 maanden na ongeval heeft een statistisch significant verband met functionele spierkracht in het eindstadium.

Het blijkt dat klinisch functionele spierkracht in het eindstadium het meest overeenkomt met een enkelvoudig tot arm gemengd patroon 6 maanden na het ongeval. Dezelfde toets werd uitgevoerd voor de m.biceps, waarbij de spierkracht in het eindstadium werd vergeleken met de mate van reïnnervatie. Het blijkt dat het reïnnervatiepatroon hier een significant verband mee heeft (tabel 10.10).

	EMG gr. 2	EMG gr. 3	T
kracht abd. gr. <3	24	1	25
kracht abd. gr. \geq 3	9	7	16
T	33	8	41
χ^2 toets, $p < 0,001$			

Tabel 10.10. Het reïnnervatiepatroon in de m.biceps 6 maanden na ongeval heeft een statistisch significant verband met functionele spierkracht in het eindstadium.

In tabel 10.11 wordt een overzicht gegeven van het verband tussen het EMG signaal na 6 maanden van de m.triceps en klinisch functionele spierkracht in het eindstadium.

	EMG gr. 2	EMG gr. 3	T
kracht abd. gr. <3	17	1	18
kracht abd. gr. ≥3	5	8	13
T	22	9	31
χ^2 toets, $p < 0,001$			

Tabel 10.11. Het reinnervatiepatroon in de m.triceps 6 maanden na ongeval heeft een statistisch significant verband met functionele spierkracht in het eindstadium.

Ook voor de m.triceps blijkt het al dan niet hebben van klinisch functionele spierkracht in het eindstadium overeen te komen met het aanspanningspatroon van het EMG signaal 6 maanden na het ongeval en klinische functie in het eindstadium.

Voor de nog meer distaal gelegen spieren zoals de handspieren kon geen statistisch significant verband worden aangetoond tussen het EMG signaal 6, 9 of 12 maanden na het ongeval en klinische functie in het eindstadium.

Sensibiliteit

Van de 98 onderzochte individuen was bij 38 (39%) in de (sub-) acute fase sprake van een asensibele hand (zowel voor de gnostische als voor de vitale kwaliteiten). Daar het gaat om laesies in een proximaal gelegen plexus staat het klinisch beeld sterk onder invloed van een segmentale indeling. Bij de diagnostiek dient dan ook rekening te worden gehouden met het dermatoompatroon.

Het sensibiliteitsonderzoek werd globaal en gericht op functionaliteit uitgevoerd. Onderzocht werden de meer functioneel gerichte aspecten van sensibiliteit, nl. de protectieve functie en de tastzin. De eerste werd onderzocht met de pin prick test, de tweede met zachte aanraking. Retrospectief werden de gegevens verkregen uit de dossiers. Ten tijde van het naonderzoek bedroeg het aantal personen met volledig verlies van de protectieve sensibiliteit 38 (39%) en met volledige uitval van de tastzin 34 (34%). In tabel 10.13 wordt een overzicht gegeven van de verandering in sensibiliteit in het verloop van de herstelfase.

sens. stoornis	beginfase	eindfase
protectief	38	38
tastzin	38	34

Tabel 10.13. De prevalentie van totale sensibiliteitsstoornissen in de hand in begin- en eindsituatie (N=98).

Tegelijkertijd was het aantal personen met aanwezige doch verminderde tastzin evenredig vermeerderd met 4 (4%). Bij 23 personen heeft een volledig herstel plaats gevonden. Voor de tastzin blijkt in het eindstadium bij 41 (42%) een hypaesthesie te bestaan in de handpalm, waarmee in principe een minimum voorwaarde is geschapen voor sensibiliteitstraining, te meer daar hypaesthesie in het eindstadium gecorreleerd lijkt te zijn met potentiële handspierfunctie, hetgeen in tabel 10.14 wordt gedemonstreerd.

SPIER	KRACHT					
	0	1	2	3	4	5
M.Ext.dig.comm.	5	-	2	11	12	11
M.Abd.poll.br.	7	-	4	3	9	18
M.Abd.dig.V	9	2	3	2	9	16

Tabel 10.14. De spierkracht van enkele belangrijke handspieren in het eindstadium bij personen met een hypaestetische hand (N=41); classificatie van de spierkracht volgens MRC normen (zie hst.8).

Uit tabel 10.14 blijkt dat 34 individuen met een hypaestetische hand een functionele spierkracht bezitten van de extrinsieke handspieren ($MRC \geq 3$) overeenkomend met 83%. Voor de intrinsieke handspieren geldt een percentage dat schommelt rond de 70%. Geen van de onderzochte personen gaf echter aan tijdens de revalidatieperiode geconfronteerd te zijn met sensibiliteitstraining.

Er blijkt geen verschil aantoonbaar qua protectieve sensibiliteit tussen de beginfase en de eindtoestand. Met betrekking tot de tastzin blijkt volledige uitval in de beginfase in enkele individuele gevallen te kunnen verbeteren.

Contracturen

De passieve bewegingsbeperking in een gewricht werd uitgedrukt als een percentage van de normale bewegingsuitslag (zie hfst. 8). In circa 46% van alle onderzochte personen konden in de dossiers geen gegevens worden gevonden omtrent de aanwezigheid van contracturen in de beginfase. In tabel 10.15 wordt een kwalitatief en kwantitatief overzicht gegeven van de (passieve) bewegingsbeperking in het eindstadium.

functie	beperkingsklasse				
	1	2	3	4	5
abductie	56	7	23	8	4
anteflexie	55	11	24	6	2
exorotatie	42	8	6	5	31
flexie elleboog	88	5	5	-	-
extensie elleboog	86	9	3	-	1
extensie pols	64	8	8	3	15
abductie duim	72	6	14	2	3
extensie vingers	72	10	9	2	5
flexie MCP's	74	7	10	5	2

Tabel 10.15. De verdeling van bewegingsbeperking in het eindstadium.
klasse 1 = 0- 12 % van normale mobiliteit

"	2 = 13- 25 %	"	"	"
"	3 = 26- 50 %	"	"	"
"	4 = 51- 75 %	"	"	"
"	5 = 76-100 %	"	"	"

Rekening houdend met gemiddeld 45 missing data uit de beginfase en met de opvatting dat een beperking van < 16 graden klinisch niet-significant is, kon toch bij benadering een beeld verkregen worden van het verschil tussen begin- en eindstadium (tabel 10.16).

beweging	sign. verschil
abductie schouder	-
anteflexie schouder	-
exorotatie schouder	+ (p<0,25)
flexie elleboog	-
extensie elleboog	-
extensie pols	+ (p<0,05)
abductie duim	+ (p<0,05)
extensie vingers	+ (p<0,05)
flexie MCP's	+ (p<0,05)

Tabel 10.16. Het verschil in bewegingsbeperking tussen begin- en eindtoestand (Wilcoxon symmetrietoets), waarbij getoetst is dat verschil tussen begin- en eindtoestand berust op toeval.

Als maat voor de glenohumerale beperking is de beperkte exorotatie gekozen terwijl een beperkte abductie een beperking impliceert van zowel het glenohumerale gewricht als het scapulothoracale "gewricht". Uit tabel 10.16 blijkt dat ter hoogte van de schouder de exorotatie relatief fors is beperkt doch dat dit geen verslechtering behoeft te betekenen voor de gehele abductie- danwel anteflexiebeweging. De elleboog blijkt het minste aangedaan, doch dit is uit de betere toegankelijkheid van dit gewricht voor oefentherapie en de invloed van de zwaartekracht verklaarbaar.

Kruisinnervatie

In hoofdstuk 8 wordt het verschijnsel kruisinnervatie gedefinieerd: bij een poging tot willekeurige beweging ontstaat klinisch geen of onvoldoende reactie terwijl bij EMG registratie naast activiteit in de agonist vergelijkbare activiteit van de antagonist wordt vastgesteld. Voor alle personen met een gesloten plexusletsel werden in totaal bij 32 individuen (33%) verschijnselen van kruisinnervatie vastgesteld. Bij de drie geopereerde personen was dit bij allen het geval (100%). In de louter conservatief behandelde groep met alleen een tractieletsel (N=91) werd kruisinnervatie vastgesteld bij 29 (32%). De kruisinnervatie werd gediagnostiseerd volgens de gegevens in tabel 10.17.

gestoorde bewegingsuitslag	reinnervatie	aantal
abductie schouder	m.pectoralis major	9
	m.infraspinatus	16
flexie elleboog	m.triceps	11
extensie elleboog	m.biceps	6
extensie pols	m.flexor carpi rad.	1

Tabel 10.17. Overzicht van het aantal geconstateerde vormen van kruisinnervatie.

Het probleem krijgt klinische relevantie wanneer elektromyografisch minimaal een arm gemengd aanspanningspatroon aanwezig is in de agonist bij aanspanning van de

antagonist. Dit impliceert dat het onvermogen tot het uitvoeren van een beweging voornamelijk het gevolg is van kruisinnervatie. Het blijkt dat bij 3/29 sprake is van klinisch van belang zijnde kruisinnervatie (en niet van gestoord herstel) en dat deze is gelocaliseerd in de agonist en antagonist rond het ellebooggewricht.

Ter illustratie enkele voorbeelden van geregistreerde kruisinnervaties:

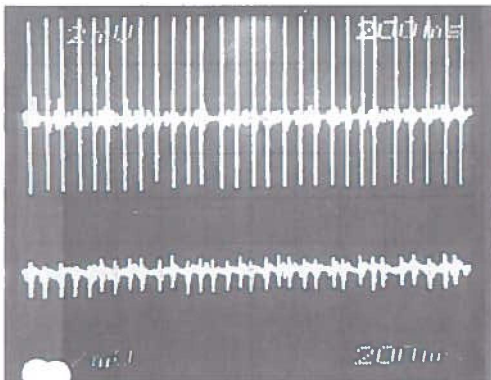
Patient A, 30 jaar, partieel plexus brachialisletsel links na een motorongeval. EMG in het eindstadium, waarbij meerdere afleidingen tegelijkertijd plaats vinden bij actieve aanspanning van schouder- en elleboogmusculatuur.



m.triceps

bij buigen van de elleboog

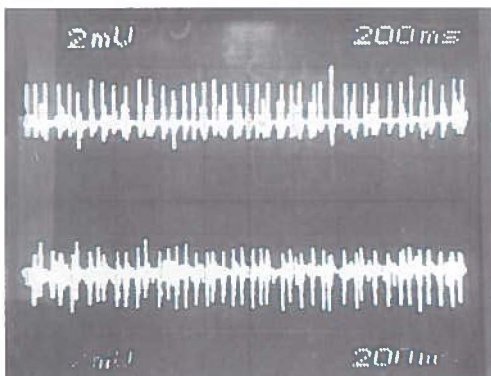
m. biceps



m.triceps

bij strekken van de elleboog

m.biceps

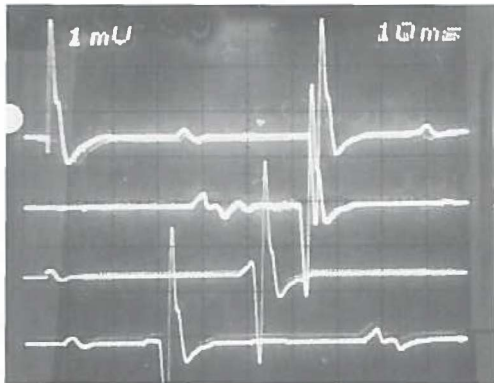


m.triceps

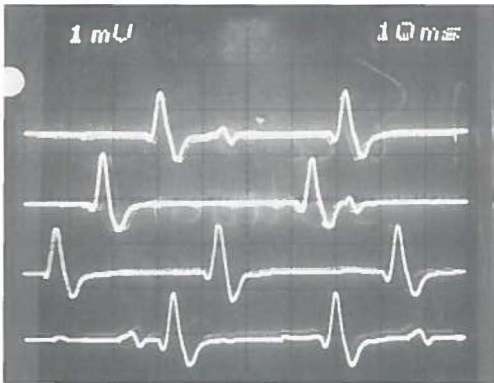
bij abductie van de schouder

m.biceps

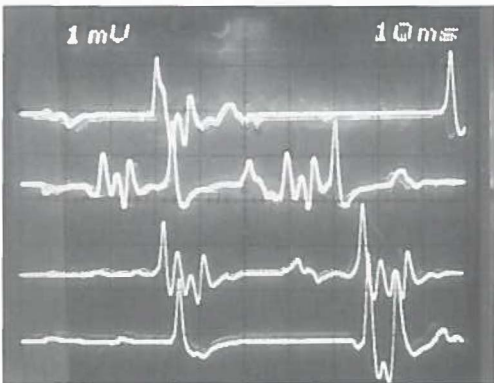
Bij een poging tot buigen is in de m.biceps een enkelvoudig tot arm gemengd patroon te zien, terwijl in de m.triceps eveneens een enkelvoudig tot arm gemengd patroon te zien is. Bij een poging tot strekken is in de m.triceps maximaal een enkelvoudig aanspanningspatroon te zien. Ook bij een poging tot strekken van de elleboog is in de m. biceps een duidelijk aanspanningspatroon zichtbaar, echter van een andere motor unit. Ook bij abductie werd in m.triceps en m.biceps een duidelijk aanspanningspatroon zichtbaar, echter van weer een andere motor unit. Wanneer het aanspanningspatroon in de m.triceps nader wordt bekeken met een doorlopende curve is op onderstaande foto's zeer fraai te zien dat bij elleboog flexie en abductie van de schouder verschillende motorunits actief zijn.



Afleiding van de mediale kop van de m.triceps bij strekken van de elleboog.

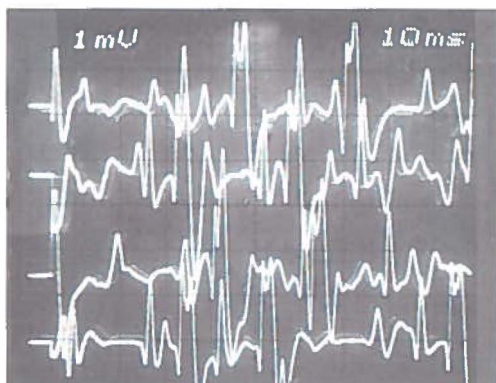


Afleiding van de mediale kop van de m.triceps bij buigen van de elleboog.

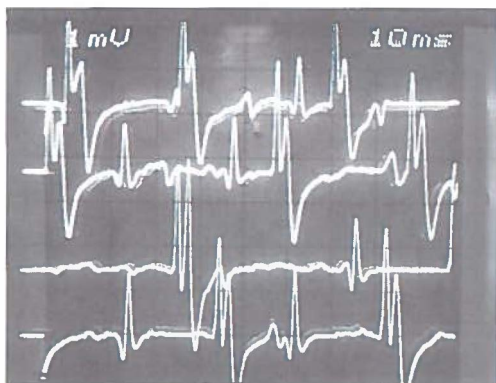


Afleiding van de mediale kop van de m.triceps bij abductie van de schouder

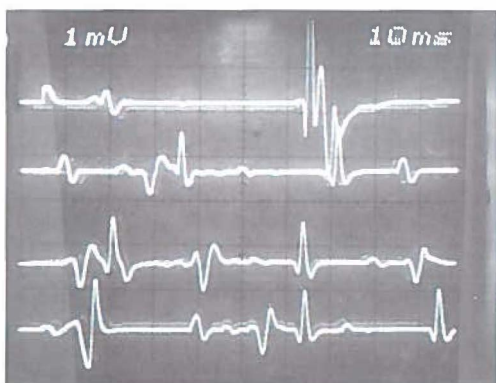
Patient B, 34 jaar, plexus brachialis letsel rechts na motorongeval. Uitval partieel in het gebied van C5 - C7.



Doorlopende curve bij afleiding mediale kop m.triceps tijdens strekken van de elleboog.



Doorlopende curve bij afleiding mediale kop m.triceps tijdens buigen van de elleboog.



Doorlopende curve bij afleiding mediale kop m.triceps tijdens abductie van de schouder.

In bovenstaande drie afleidingen is maximaal een enkelvoudig patroon te constateren met m.u.p.'s tot 20 msec. en 5 mV. Duidelijk kan worden aangetoond dat bij extensie en flexie van de elleboog alsmede bij abductie van de schouder verschillende m.u.p.'s vuren in de m.triceps.

Deafferentatiepijn

Van alle 98 personen komt deafferentatiepijn voor bij 38, voornamelijk gelocaliseerd in de arm, en bij 31 voornamelijk gelocaliseerd in de hand. In tabel 10.18 wordt bovendien aangegeven in welke mate de pijnklachten worden aangegeven. In de periode van enkele maanden na het ongeval klaagde 60 (61%) over pijnklachten met name in de arm en 43 (44%) over pijnklachten vooral in de hand. Dit betekent dat bij 22 van de 60 individuen (37%) de pijnklachten in de arm geleidelijk verdwijnen en die in de hand bij 12 van de 43 (28%). Slechts in 22% van de gevallen verdwijnen de klachten gedurende de eerste 3 maanden, in veruit de meerderheid bleek hiervoor een periode noodzakelijk van 5-12 maanden.

HEVIGHEID	LOCALISATIE	
	hand	arm
geen	67 (54)	60 (37)
matig positief	12 (15)	19 (20)
sterk positief	19 (28)	19 (40)

Tabel 10.18. Het verband tussen de mate van de deafferentatiepijn en de localisatie. Tussen haakjes is aangegeven de situatie circa 3 maanden na het ongeval (N=98).

De pijnklachten blijken op verschillende manieren te zijn behandeld. Zo gebruiken 21 personen (55%) medicamenten en hebben 8 (21%) acupunctuur toegepast. Bij 3 (8%) vond coagulatie plaats van de substantia gelatinosa volgens Nashold. Bij 2 personen heeft dit geleid tot een aanzienlijke reductie van de pijn, bij één persoon tot een niet noemenswaardige reductie. Van de personen met goed effect heeft één persoon als complicatie een klinisch evident pyramidebaansyndroom.

Transcutane zenuwstimulatie werd bij 21 personen (55%) toegepast en werd bij 11 van hen als het meest effectieve beoordeeld (52%). Opvallend gegeven was dat het positieve effect verwaarloosbaar was in situaties (10) die werden gekenmerkt door wortelavulsie op nagenoeg alle cervicale niveau's (48%). De meeste personen gebruikten tot op heden zelf gevonden methoden ter beïnvloeding van de pijn zoals gebruik van alcohol, passief doorbewegen van de paralytische hand, massage en geestelijke afleiding.

Overige stoornissen

Vegetatieve stoornissen, bestaande uit o.a. een gestoorde temperatuurregulatie, waren aanwezig bij 46 (47%) personen. Dit uitte zich onder meer in abnormale cyanotische verkleuring van de huid onder invloed van koude. Bij slechts 8 hiervan (17%) was tevens sprake van een klinisch waarneembare hyperhydrosis. Bij personen met een flail arm (29) was de zweetsecretie in onderarm en hand opgeheven en was er sprake van een stoornis in de nagelgroei.

Afwijkingen in de statiek in de vorm van een scoliose werd geconstateerd bij 42 personen (43%). Bij 18 hiervan (43%) ging dit gepaard met rugklachten waarvan bij 15 (83%) de pijn was gelocaliseerd ter hoogte van het thoracale deel van de wervelkolom; daarnaast was bij 4 personen met rugklachten sprake van hoofdpijn. Het was in het kader van dit onderzoek niet goed mogelijk een oorzakelijk verband te leggen tussen deze klachten en de afwijkingen in de statiek. Opvallend was echter wel dat van het aantal personen zonder afwijkende statiek (N=56) slechts 4 (7%) rugklachten hadden.

Beschouwing en conclusies

Bij het vergelijken van de diverse vormen van uitval (fig.10.1 en tabel 10.1) met de literatuur (tabel 3.1) vallen een aantal aspecten op. De complete plexus is aangedaan in 59 gevallen (60 % van de totale populatie), overeenkomend met gegevens van Narakas, Solonen en Travers (63 %, 51 % resp. 44 %). Uit het eigen onderzoek blijkt dat het totale en complete plexusletsel bij 30% van de populatie voorkomt, dus in de helft van alle gevallen waarin de complete plexus is aangedaan. Dit blijkt vrij precies in het midden te liggen van de uitersten die in de literatuur worden vermeld, nl. 19% (Mumenthaler e.a. '87) en 42 % (Solonen '84). Overige frequenties betreffen 24% (Wynn Parry '74) en 38 % (Narakas '78). Een verklaring voor de verschillen kan zijn dat in het eigen onderzoek een groter aandeel van het letsel veroorzaakt wordt door motor- en bromfiets dan bij Mumenthaler en Wynn Parry (zie ook tabel 3.2). Dit brengt een uitgebreider en ernstiger letsel met zich mee met daarmee een navenant grotere kans op een flail arm.

Functioneel herstel waarbij de complete plexus (C5-Th1) is betrokken komt in het eigen onderzoek bij 27 individuen voor (27 % van het totaal aantal personen met plexusletsel, 42 % van de personen met een postganglionaire laesie). Dit komt overeen met het aantal partiële laesies volgens Narakas ('78). Anderen komen tot een frequentie van 2% of minder (Mumenthaler '87, Solonen '84). Het geïsoleerd aangedaan zijn van de segmenten C5-C7 (in het eigen onderzoek in 16 %) komt in grote lijnen ook overeen met de literatuur, nl. 15 % en 19 % (Solonen '84, Travers '89, resp. Narakas '78). Uitersten zowel erboven als eronder blijken uit de onderzoeken van Mumenthaler (6 %) en Wynn Parry (29 %).

Functioneel herstel in de segmenten C5-C7 komt in het eigen onderzoek echter veel vaker voor, nl. in circa 80 % van de uitval in C5-C7.

Uit eigen onderzoek blijkt dat de musculatuur geïnnerveerd vanuit de hogere segmenten het meest betrokken is bij uitval, nl. rond de 90 tot 95 % van de gehele populatie, hetgeen overeenkomt met de literatuur (Wynn Parry '74, Narakas '78, Solonen '84). Van de genoemde 90 % blijkt dat het niet-functionele herstel van spierkracht in de hogere segmenten het meeste (in 74 %) voorkomt. Dit zou vergelijkbaar kunnen zijn met de literatuur voor wat betreft het voorkomen van truncusruptuur in de hogere segmenten (Sunderland '78, Narakas '78).

Indien er sprake is van een totale uitval in de lagere segmenten dan berust dit bij minstens 5 personen op wortelavulsie, aangezien in de gehele populatie 8 personen paretische doch functionele schoudermusculatuur hebben gecombineerd met een volledig afunctionele hand (zie ook figuur 10.1). Bij de overige 3 personen was sprake van niet-functioneel herstel van de handspieren.

Totale uitval in **alleen** de lage segmenten wordt in het eigen onderzoek niet geregistreerd. Dit komt overeen met andere literatuurgegevens van max. 1% (Wynn Parry '74, Narakas '81, Solonen '84). Dat echter ook een prevalentie van 17% wordt gescoord (Mumenthaler '87) geeft waarschijnlijk aan het verschil in selectiecriteria. Illusterend is in dit kader het gegeven dat de ene onderzoeker louter tractieletsels selecteert (Narakas '81) en de andere alle laesies (Mumenthaler e.a. '87). Bovendien blijft voor iedere onderzoeker het probleem bestaan met betrekking tot combinatie letsels (zgn. "multi level lesions").

Op grond van de grote verschillen in literatuurgegevens onderling en de genoemde verschillen van het eigen onderzoek met de literatuur dringen zich enkele vragen op: hoe definieert men de partiële uitval, hoe scoort men deze en bij welke individuen scoort men dit? In de literatuur wordt de lezer in het algemeen niet duidelijk gemaakt wat het selectie-criterium is met betrekking tot partiële uitval. Andere classificatiecriteria, samenhangend met de diversiteit in klinische presentatie alsmede selectie van de populatie, moeten wel ten grondslag liggen aan deze verschillen. Het verduidelijkt fraai hoe moeilijk het vergelijken van verschillende onderzoeksgegevens is met betrekking tot het plexus brachialisletsel.

De tabellen 10.2 tot en met 10.7 geven nogal wat fluctuaties te zien in zowel individuen als percentages. In de eerste plaats neemt het aantal missing data in de loop van de tijd toe.

Dit hangt samen met het feit dat niet iedere onderzoeker om de drie maanden consequent alle spieren of spiergroepen gradeert. In de tweede plaats neemt de spreiding in spierkracht toe in het verloop van de tijd. Sommige axonen groeien vlot uit, sommige ondervinden door fibrose veel hinder bij hun uitgroeï. In de derde plaats is de meting van de spierkracht in de loop van de tijd (zoals deze ook in de dossiers is vastgelegd) door verschillende onderzoekers uitgevoerd. Er wordt derhalve een interobserver bias geïntroduceerd die het interpreteren van de gegevens bemoeilijkt. Toch is een voorzichtige trend te constateren: bij een groter aantal personen verloopt het herstel beter naarmate de spieren meer proximaal zijn gelegen. Daar de modus een relatief grove grootheid is en de aantallen relatief klein, is een vergelijking gemaakt van begin- en eindsituatie en is een onderscheid gemaakt tussen functionele en niet-functionele spierkracht. Aan de hand van de kruistabellen in tabel 10.8 wordt het herstel duidelijk bij de personen met een partieel letsel. De grote omslag t.a.v. herstel ontstaat vanaf C8, waarbij slechts 38% nog herstelt. Gegevens omtrent spontaan herstelvermogen bij individuen met een partieel letsel konden in de literatuur niet worden gevonden. Op grond van het onderzoek met de modus zou men kunnen concluderen dat herstel in de lagere segmenten überhaupt niet voorkomt. Onderzoekt men echter het herstel van de lagere segmenten in gevallen van partieel letsel dan blijkt herstel voor te komen in maximaal 37%.

Het blijkt dat bij het registreren van de EMG gegevens nogal wat missing data aanwezig zijn. Dit ligt aan het feit dat niet bij ieder poliklinisch bezoek alle spieren elektromyografisch werden onderzocht maar dat op indicatie naar reïnnervatie wordt gezocht. Het feit dat continu dezelfde onderzoeker de EMG registraties heeft verricht en geïnterpreteerd verschaft het eigen onderzoek de nodige betrouwbaarheid. Opvallend is dat in de literatuur hoofdzakelijk het EMG als diagnosticum wordt gebruikt (Mumenthaler e.a. '87, Narakas '81, Millesi '76). Resultaten van EMG onderzoek in het kader van follow up (beoordeling reïnnervatie na zenuwreconstructie en bij de axonotmesis, prognostiek) worden in de literatuur in relatie tot het plexusletsel niet duidelijk weergegeven.

Ook het EMG onderzoek geeft een duidelijke trend aan t.a.v. reïnnervatie zoals uit fig. 10.2 blijkt: de meest voorkomende maximale spierkracht (de modus) per tijdseenheid stijgt naarmate er meer tijd verstrijkt. Graad 4 is de meest voorkomende kracht voor de schoudermusculatuur terwijl dit graad 3 bedraagt voor de elleboogspieren. Nog slechter functioneren de "lagere" spieren. De modus zegt echter onvoldoende over het individuele herstelgedrag van een willekeurige spier. Dit blijkt uit de gegevens die een verband aantonen tussen enerzijds een aanspanningspatroon op het elektromyogram na 6 maanden en anderzijds de functionele spierkracht in het eindstadium. Uit dit aanwezige verband blijkt de voorspellende waarde van het elektromyogram: na 6 maanden lijkt een klinisch functionele spierkracht haalbaar mits in het elektromyogram na 6 maanden een enkelvoudig tot arm gemengd aanspanningspatroon aanwezig is. Daar prognostiek in het revalidatieproces (reïntegratieactiviteiten) een belangrijke rol speelt is het daarom noodzakelijk dat het elektromyogram na 6 maanden (opnieuw) wordt uitgevoerd.

Er is geen verschil aantoonbaar qua protectieve sensibiliteit in hand tussen de (sub)acute fase en de eindtoestand. Met betrekking tot de tastzin lijkt volledige uitval in enkele gevallen te kunnen verbeteren. Op zich is dit verklaarbaar uit de innervatie vanuit de hogere segmenten vergeleken met de motorische innervatie. Wortelavulsie in de segmenten C8 en Th1 kan nl. gepaard gaan met een partiele laesie op de niveau's C6 en C7. Opvallend is dat een vergelijk met de literatuur niet mogelijk is: in zeer vele publicaties wordt geen aandacht besteed aan het sensibiliteitsherstel. Slechts in enkele gevallen wordt het bij een eindbeoordeling betrokken doch alleen geldend voor een selecte groep geopereerde patiënten (Lusskin e.a. '73). In een naonderzoek van conservatief behandelde patiënten werd slechts het eindresultaat vermeld zonder dat informatie omtrent de beginsituatie werd beschreven (Nagano e.a. '84).

De conclusie is gerechtvaardigd dat een asensibele hand met betrekking tot de protectieve sensibiliteit een sterke (ongunstige) prognostische waarde heeft en dat voor de tastzin in enkele gevallen verbetering niet onmogelijk is.

Helaas blijkt ook in het eigen naonderzoek de documentatie van de gegevens niet systematisch plaats te hebben gevonden; deze zou geprotocolleerd moeten verlopen. De rol van de sensibiliteit lijkt wellicht ten onrechte ondergeschikt te worden gemaakt aan het herstel van de spierkracht. Dit hangt natuurlijk samen met de slechte prognose van het lager gelegen letsel. Wanneer men bedenkt dat de duim en de wijsvinger sensibel geïnnerveerd worden vanuit de segmenten C6 en C7 pleit dit voor een zorgvuldige analyse en localisatie van de laesie(s). Juist voor de partiele laesies is een zorgvuldig opgezet naonderzoek m.b.t. de sensibiliteit noodzakelijk teneinde inzicht te krijgen in het herstel van de sensibiliteit en de rol van kruisinnervatie hierbij. Daar Wynn Parry ('81) aangeeft dat in situaties van sensibele reïnnervatie de zgn. "sensibele education" wellicht van nut zou kunnen zijn verdient het aanbeveling dit te overwegen in voorkomende gevallen.

Bij de berekening van de verschillen in mobiliteitsbeperking tussen begin- en eindtoestand zijn alle waarden van klasse 1 (beperking <15%) buiten beschouwing gelaten. Ondanks een fysiotherapeutisch regiem voor alle onderzoekspatiënten blijken de hand en het polsgewricht zeer gevoelig voor contractuurvorming. Een verklaring zou kunnen zijn een verstoorde muscle imbalance met overheersing van de flexoren doch de contractuurvorming blijkt ook op te treden in gevallen van volledige denervatie van strekkers en buigers. Het is niet onwaarschijnlijk dat de flexoren na denervatie een sterkere neiging tot verkorting vertonen dan de vingerstrekkers. Schrompelingsprocessen ter hoogte van de volaire plaat (door inactiviteit) van de vingergewrichten versterkt mogelijk dit proces nog verder. In het eindstadium is de grootste bewegingsbeperking gelocaliseerd in het glenohumerale gewricht, de pols en in de vingers. De beperkte exorotatie is het gevolg van de glenohumerale beperking. Door inactiviteit in het schoudergewricht (o.a. door de immobilisatie) en soms gepaard gaande met overactie van de m.subscapularis ontstaat veelal een anteriore kapselschrompeling. Bij een flail arm zou dit echter functioneel geen gevolgen behoeven te hebben. Uit therapeutische overwegingen verdient dan ook in een vroeg stadium de toepassing van preventieve spalkbehandeling gecombineerd met een consequent uitgevoerd oefenbeleid serieus aanbeveling, te meer daar in de eerste 6 maanden het definitieve eindresultaat onzeker zal zijn. Bovendien is het van groot belang de mobiliteit tussen scapula en thoraxwand te waarborgen daar in een later stadium de indicatie voor een schouderarthrodese kan worden gesteld. Uit het eigen onderzoeksmateriaal moet worden geconcludeerd dat slechts in twee gevallen was overgegaan tot spalkbehandeling van de arm en hand. Een verhoogd risico op decubitus aan de hand zal een overweging zijn geweest om geen spalkbehandeling in te stellen bij de lage totale laesies.

De bewegingsbeperking werd niet altijd consequent in de dossiers vastgelegd. Verbetering of verslechtering kan derhalve minder betrouwbaar worden geconstateerd. Het verdient dan ook aanbeveling volgens een vast protocol gegevens te documenteren betreffende de mobiliteit van de gewrichten. Alleen zo kunnen alle aspecten die kunnen bijdragen tot het ontstaan van contracturen worden geanalyseerd.

Over het verschijnsel kruisinnervatie is weinig gepubliceerd. De meeste gegevens komen tot ons via uitgebreid experimenteel onderzoek van Sunderland of bescheiden klinisch onderzoek (Von Krapp '79, Nagano '84). De laatstgenoemde auteur komt zonder nadere differentiatie van de aard van de kruisinnervatie tot een percentage van 24. Wanneer de operatief behandelde groep buiten beschouwing wordt gelaten vanwege het te kleine aantal individuen, dan geldt voor de eigen patientengroep een met de literatuur vergelijkbaar percentage van 30%. Hieruit kan worden geconcludeerd dat kruisinnervatie waarschijnlijk vaker voorkomt dan menig behandelend arts vermoedt. De hoogte van het percentage van

voorkomen in de verschillende studies is afhankelijk van de volgende factoren:

1. zoekt de onderzoeker gericht naar kruisinnervatie, ook voordat de klinische verschijnselen zichtbaar zijn?
2. is de onderzoeker bekend met de voorkeurslocalisatie van kruisinnervatie, zowel klinisch als elektrofysiologisch?
3. is een naonderzoek prospectief of retrospectief van opzet? In het laatste geval ligt het ware aantal kruisinnervaties waarschijnlijk hoger dan het aantal geregistreerde, juist vanwege het achteraf missen van kruisinnervaties die er wel waren.

Op grond van deze factoren moet het percentage van 30 als een minimum worden beschouwd. Minimaal 10% van een populatie conservatief behandelde individuen met een plexus brachialisletsel wordt derhalve in het dagelijks leven gehinderd door kruisinnervatie, terwijl overigens op zich goede voorwaarden voor reïnnervatie aanwezig zijn (geweest).

Klinisch uit kruisinnervatie bij plexus brachialisletsels zich voornamelijk in het schoudergebied en/of gebied van de elleboog (Mumenthaler '87). Dit is geheel in overeenstemming met de gegevens van het eigen onderzoek. Hoogstwaarschijnlijk hangt de topografische verdeling samen met het relatief vaak voorkomen van axonotmesis proximaal van de fasciculus dorsalis of lateralis (de trucus superior). Dat kruisinnervatie in de lagere segmenten nauwelijks voorkomt hangt ook samen met het afwezig zijn van ingroei, samenhangend met de grote te overbruggen afstand.

In de aangehaalde voorbeelden is duidelijk te zien dat bij aanspanning verschillende motorunits vuren en dat bij toename van de willekeurige aanspanning de vuurfrequentie in de antagonist toeneemt. Uit de neurofysiologie is bekend dat bij toename van de uitgeoefende spierkracht er een vaste volgorde plaatsvindt qua "recruitment" van motorunits (Henneman '57, Milner-Brown e.a. '73). Bij willekeurige aanspanning zal derhalve dit recruitment principe ook een rol spelen bij "verkeerd aangesloten" zenuwvezels die dan ook altijd tot ontlading zullen komen naarmate meer kracht wordt uitgeoefend in de agonist. Bovendien vindt reïnnervatie plaats van huidafferenten (Ia vezels) in de spier(spoel) hetgeen leidt tot een abnormale proprioceptieve feedback (Sumner '90). Het teleurstellende effect van (myo)feedback training in geval van kruisinnervatie laat zich hieruit adequaat verklaren. Op theoretische gronden zou men kunnen stellen dat een zenuwreconstructie altijd kruisinnervatie doet veroorzaken. De architectuur verandert immers in het verloop van de zenuw (Sunderland '53, Bonnel e.a. '81) terwijl het onmogelijk is om a vue sensibele vezels te onderscheiden van motorische danwel te onderscheiden welke proximale en distale strompen oorspronkelijk continu waren. Uitbreiden van onderzoek naar de mogelijkheden om dit grote probleem van de kruisinnervatie op te lossen is van groot belang wil succesvol herstel na herstellen van de continuïteit van gelaedeerde zenuwen in de toekomst verder toenemen.

Het aantal geconstateerde individuen met een pijnsyndroom ligt opvallend hoger dan het in de literatuur vermelde aantal van 2-7% (Wynn Parry '81). Een verklaring hiervoor is moeilijk te geven. Er is natuurlijk geen subjectiever verschijnsel dan lang bestaande pijnklachten, dus interpretatie, psychosociale omstandigheden en geheugen spelen hierbij een complicerende rol. Het feit echter dat bij 21 personen (21%) TENS is gebruikt voor pijnbeïnvloeding en dat dit in 10 gevallen (48%) geen effect had (allen personen met een volledig plexus letsel) doet toch vermoeden dat het werkelijke aantal individuen met een deafferentatiesyndroom aanmerkelijk groter is dan het in de literatuur vermelde.

Ook het gunstige effect van TENS is bij een groter aantal individuen te constateren dan uit onderzoek elders blijkt. Ongetwijfeld spelen methodologische factoren hierbij een rol. Geheel overeenkomstig de literatuur is het gegeven dat het effect van TENS afneemt naarmate er sprake is van wortelavulsie op meerdere niveau's (Wynn Parry '82). In de literatuur konden geen gegevens worden getraceerd met betrekking tot medicamenteuze beïnvloeding van de neurogene pijn in relatie tot het plexusletsel. Er zijn aanwijzingen dat een zenuwreconstructie bijdraagt aan het voorkomen van een deafferentatiesyndroom

(Narakas '81, Millesi '76), doch in de werkgroep bestaat hiermee onvoldoende ervaring. De coagulatie van de substantia gelatinosa lijkt positief. Een kanttekening moet gemaakt gezien het kleine aantal personen. Toch blijkt uit de literatuur ook een positief effect van deze behandeling ondanks het grotere risico op ongewenste bijeffecten (Thomas '93).

Vegetatieve denervatie komt voor bij alle personen met een totaal plexusletsel. In situaties waarin sprake is van partiele uitval zijn mengbeelden mogelijk, zeer vaak gecombineerd met een pijnsyndroom. Op grond van de retrospectief verkregen gegevens is het echter niet goed mogelijk nader tussen verschillende vormen van vegetatieve stoornissen te differentieren. Ook blijkt uit de literatuur dat bij plexusletsel allerlei mengbeelden mogelijk zijn met diverse wijzen van presentatie, allen afhankelijk van de localisatie en de mate van uitval (Mumenthaler '87).

Bij bijna de helft van de onderzochte personen was sprake van een posturele scoliose. De oorzaak hiervan moet gezocht worden in een stoornis van het lichaamsschema gebaseerd op het niet of onvoldoende voelen en/of ervaren van de extremiteit. In 43% van de onderzochte personen ging dit gepaard met rugklachten. In de literatuur konden hierover geen gegevens worden gevonden alhoewel in een Nederlands onderzoek in ruim 90% (N=18) van de personen met een plexus brachialisletsel rugklachten in combinatie met een vorm van scoliose werd geconstateerd (Pronk '85). Slechts bij twee personen werd d.m.v. gerichte oefentherapie hieraan aandacht geschonken. Uit nederlands epidemiologisch onderzoek is gebleken dat 25 à 30% van de volwassen personen langer dan 3 maanden rugklachten heeft (Haanen '84). Ondanks het feit dat het eigen onderzoek uit louter mannen bestond zijn er aanwijzingen dat de prevalentie van rugpijn bij personen met een plexusletsel toch hoger is dan de doorsnede van de bevolking. In de revalidatiefase verdient het dan ook aanbeveling aandacht te schenken aan het voorkómen van rugklachten en zo nodig een behandeling hiertegen in te stellen bestaande uit houdingscorrigerende en mobiliserende oefentherapie.

Het dominantieprobleem wordt in de literatuur beschreven in relatie tot de onderarmamputatie (Ransford '77, Wynn Parry '74). Met name in situaties waarin verandering van dominantie gepaard gaat met de aanwezigheid van een flail arm zou een onderarmamputatie geïndiceerd zijn. Andere onderzoekers vinden geen relatie tussen het niveau van functioneren en het dominantieprobleem (Brewerton e.a. '71). Toch doet het feit dat 65% uit de eigen populatie moeite heeft met de omschakeling, vermoeden dat een specifieke eenhandigheidstraining of training bij de omschakeling gewenst is.

HOOFDSTUK 11

Onderzoek van beperkingen

In de veronderstelling dat de reeds beschreven functiestoornissen kunnen leiden tot beperkingen op diverse gebieden werd de invloed geanalyseerd op de activiteiten van het dagelijks leven (ADL), het acceptatieproces en vervoer. Ook werd hierbij gebruik gemaakt van de subjectieve ervaringen verkregen d.m.v. de enquête en werd de gehele populatie ingedeeld naar localisatie en mate van uitval teneinde minimale vergelijkingen mogelijk te maken. Daar het uiteindelijk gaat om het functioneren in een eindsituatie werden alle 94 individuen bij de vraagstelling betrokken:

- groep 1 - parese (\geq MRC 3) schouder- en handmusculatuur
- groep 2 - parese (\geq MRC 3) schoudermusculatuur, geen handfunctie
- groep 3 - paralyse schoudermusculatuur, aanwezige handfunctie
- groep 4 - paralyse schoudermusculatuur, geen handfunctie
- groep 5 - schouderarthrodese, geen handfunctie
- groep 6 - schouderarthrodese, aanwezige handfunctie

Bij het hanteren van bovengenoemde indeling vallen 4 individuen uit bij de berekening. Voor zover na te gaan betrof dit individuen bij wie het letsel geheel restloos was genezen en bij wie geen verschijnselen van uitval meer bestonden.

Activiteiten van het dagelijks leven

De antwoorden op de vraag of bepaalde stoornissen invloed hebben gehad op de ADL staan gerubriceerd in tabel 11.1.

STOORNIS	SCORE	GROEP					
		1 N=26	2 N=8	3 N=22	4 N=16	5 N=13	6 N=9
krachtverlies	0	-	-	-	-	-	-
	1	15	2	8	8	9	6
	2	9	2	10	6	2	2
	3	2	4	4	2	2	1
sens.verlies	0	15	-	13	-	-	1
	1	9	4	6	14	10	6
	2	2	3	3	1	1	2
	3	-	1	-	1	2	-
pijn	0	1	5	9	5	2	-
	1	11	2	9	8	10	6
	2	1	-	3	3	1	1
	3	1	1	1	-	-	2
afw.kosmetiek	0	6	-	4	2	-	-
	1	17	5	14	12	12	7
	2	3	2	4	1	-	2
	3	-	1	-	1	1	-
verand.domin.	0	22	3	18	8	8	5
	1	4	1	2	4	4	2
	2	-	2	2	2	1	1
	3	-	1	-	2	-	1
eenhandigheid	0	25	3	21	1	1	7
	1	1	3	1	8	5	-
	2	-	-	-	4	5	1
	3	-	2	-	3	2	1
Wilmer draagorth.	0	24	4	-	8	3	1
	1	1	2	6	4	5	3
	2	1	1	3	3	4	3
	3	-	1	1	1	1	2

Tabel 11.1. De subjectief beleefde invloed van enkele functiestoornissen op ADL (0=n.v.t./geen mening, 1=geen/nooit, 2=in geringe mate/soms, 3=zeer veel/vrijwel altijd).

Uit deze tabel blijkt dat van de 94 personen een meerderheid van 79 (84%) weinig of geen hinder ondervindt van krachtverlies op ADL. Verlies aan sensibiliteit blijkt bij veruit een minderheid van 16 individuen (17%) van invloed te zijn geweest op ADL. Slechts 5 personen (5%) werden dermate gekweld door een pijnsyndroom dat dit als bijzonder storend werd ervaren bij het uitvoeren van ADL.

3 Personen (3%) ondervonden een sterk negatieve invloed van het afwijkende aspect van de arm op ADL; bij 12 (13%) is dit enigermate het geval.

Verandering in dominantie werd door 4 (4%) als bijzonder storend voor ADL ervaren, terwijl dat bij 8 (8%) in mindere mate het geval was.

Het eenhandig zijn blijkt toch bij 8 personen (8%) van blijvende negatieve invloed te zijn op de ADL, terwijl bij 10 (10%) dit in mindere mate het geval is.

Het gebruik van een Wilmer draagorthese blijkt bij 21/94 (22%) een positieve bijdrage te leveren t.a.v. het uitvoeren van ADL.

In tabel 11.2 worden de diverse subgroepen onderling op significantie vergeleken. Het valt op dat men in vrij veel subgroepen rekening houdt met geschiktheid van kleding en/of schoeisel.

De relatief gunstig functionerende groep (groep 1) springt er echter in de tabel ook in positieve zin uit. Tevens is er een opvallend verschil tussen groep 3 (geen schouderfunctie, wel handfunctie) en de groepen 2,4 en 5, allen gekenmerkt door het ontbreken van

handfunctie. De groepen 2,4 en 5 houden vaker rekening mee met kleding, schoeisel en ondervinden meer last van de gevoelloze hand.

Wat betreft de positie in bed en de verandering hiervan 's nachts blijkt geen significant verschil tussen de diverse groepen aantoonbaar.

Krachtverlies wordt significant vaker als bijzonder belemmerend ervaren door personen in groep 2 in verhouding tot groep 1. Dit laat zich verklaren uit het verlies aan handfunctie in groep 2. Sensibiliteitsverlies werd door alle groepen behoudens 1 en 3 (de groepen met handfunctie) als belemmerend voor ADL ervaren.

GROEP	VARIABLE									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1>2	p<0,05	-	-	p<0,05	p<0,05	-	p<0,05	p<0,05	-	p<0,05
1>3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1>4	p<0,05	-	-	-	p<0,05	-	-	-	-	p<0,05
1>5	p<0,05	-	-	-	p<0,05	-	-	-	-	-
1>6	p<0,05	-	-	-	p<0,05	-	-	-	-	-
2<3	p<0,05	-	-	-	p<0,05	-	-	-	-	p<0,05
2>4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2>5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2<6	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
3>4	p<0,05	-	-	-	p<0,05	-	-	-	-	p<0,05
3>5	p<0,05	-	-	-	p<0,05	-	-	-	-	-
3<6	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
4<5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
4<6	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
5<6	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Tabel 11.2. Significante verschillen tengevolge van stoornissen tussen de diverse subgroepen t.a.v. ADL (Mann-Whitneytoets voor onafhankelijke waarnemingen; eenzijdige toetsing:

<=slechter dan, >=beter dan).

Verklaring der variabelen:

1 = rekening houden met geschiktheid van kleding/schoeisel

2 = op aangedane zijde liggen

3 = omdraaien in bed

4 = invloed van krachtverlies

5 = invloed van sensibiliteitsverlies

6 = invloed van pijn

7 = invloed van storende cosmetiek

8 = invloed van dominantieverandering

9 = invloed van eenhandigheid

10 = negatieve invloed van arm op sexueel gedrag

Bovendien bleek er een significant verschil te bestaan tussen groep 3 en de groepen 2,4 en 5. De verklaring hiervoor is gelegen in de afwezigheid van handfunctie in de groepen 2, 4 en 5. Afwijkende cosmetiek werd als bijzonder storend aangegeven in groep 2 t.o.v. groep 1. De afunctionele hand mag hiervoor verantwoordelijk worden gehouden. Verandering van dominantie werd significant vaker als probleem aangegeven door de personen van groep 2, mits vergeleken met groep 1. Het betreft wederom de groep met een afunctionele hand.

De personen met een afunctionele hand (groep 2 en 4) ondervinden significant vaker hinder van hun stoornissen dan groep 1 en 3, terwijl de personen met een afunctionele schouder meer belemmeringen ondervinden dan de groep met een functionerende schouder ondanks afwezige handfunctie. Tenslotte blijkt de groep met een flail arm duidelijk in het nadeel t.o.v. groep 3, gekenmerkt door een slappe schouder doch een functionerende hand.

De resultaten nader beschouwend kan men stellen dat de personen uit groep 1 relatief het beste functioneren. Sensibiliteitsverlies lijkt een relevante stoornis die een negatief effect heeft op de ADL. Dit geldt vooral voor de groepen waarin de individuen geen handfunctie hebben en in mindere mate voor de groepen waarin de personen een afunctionele schouder hebben. Dezelfde personen uit deze groepen stellen hogere (functionele) eisen aan kleding en schoeisel en lijken bij hun seksuele gedrag de meeste hinder van hun stoornissen te ondervinden. In veel mindere mate spelen krachtverlies, afwijkende cosmetiek en verandering van dominantie een rol en met name voor de personen met louter een afunctionele hand. In de literatuur konden geen gedetailleerde gegevens worden aangetroffen betreffende de invloed van het ongeval op de ADL.

In tweede instantie werd onderzocht het gebruik van de hand bij diverse aspecten van de ADL toegespitst op de groepen **met handfunctie**. De resultaten hiervan zijn weergegeven in tabel 11.3. Opvallend is het verschil tussen groep 1 en 6 resp. 3 en 6 t.a.v. handgebruik bij wassen: veruit de meeste individuen lijken in de groepen 1 en 3 de aangedane hand te kunnen gebruiken terwijl de meeste individuen uit groep 6 de hand hierbij niet inschakelen. Verder lijkt er een duidelijk verschil te bestaan tussen groep 1 en 3 voor het eten alsmede aan-/uitkleden. De meeste individuen uit groep 1 geven aan de hand bij deze activiteiten in te schakelen terwijl in groep 3 de meeste personen dit achterwege laten. Tenslotte valt op dat de meeste individuen in groep 3 bij het aan-/uitkleden in de meeste gevallen de hand niet gebruiken terwijl dit bij een meerderheid van groep 6 wel het geval lijkt te zijn.

ADL FUNCTIE	SCORE	SUBGROEP		
		1 N=26	3 N=22	6 N=9
handgebruik bij wassen	0	2	4	-
	1	6	1	6
	2	7	11	2
	3	11	6	1
idem bij tanden poetsen	0	4	-	-
	1	10	16	7
	2	4	9	2
	3	8	7	-
idem bij haren kammen	0	3	3	-
	1	10	14	7
	2	3	1	2
	3	10	4	-
idem bij eten	0	-	-	-
	1	4	10	2
	2	6	5	5
	3	16	7	2
idem bij aan- en uitkleden	0	3	-	-
	1	4	12	2
	2	16	8	2
	3	3	2	5

Tabel 11.3. De subjectief beleefde invloed van het ongeval op het handgebruik bij ADL, bij die groepen waarbij sprake is van een handfunctie (0=n.v.t., 1=nooit/geen, 2=soms,enigermate, 3=altijd/veel/vaak).

Bij het vergelijken van de groepen 1, 3 en 6 kan een significant verschil worden vastgesteld tussen groep 1 en 3 voor wat betreft het gebruik van de hand bij eten en aan-/uitkleden (zie tabel 11.4). Groep 1 functioneert hierbij beter; de verklaring ligt in het

feit dat er duidelijk sprake is van een schouderfunctie bij personen in groep 1. Daarnaast is er een significant verschil tussen groep 1 en 6 t.a.v. wassen en toiletgang. Ook hierbij scoort groep 1 beter dan groep 6; waarschijnlijk dat een schouderfunctie, ook al is hij licht paretisch, toch voordelen biedt boven een schouderarthrodese. Tenslotte is er sprake van een significant verschil tussen groep 3 en 6 voor de lichaamshygiene en het gebruik van de hand bij aan-/uitkleden. Groep 6, de groep gekenmerkt door een schouderarthrodese, functioneert hierbij beter dan groep 3, gekenmerkt door een afunctionele schouder.

GROEP	VARIABELE				
	1	2	3	4	5
1>3	-	-	-	+	+
1>6	+	-	-	-	-
3>6	+	-	-	-	+

Tabel 11.4. *Significante verschillen tussen enkele subgroepen met handfunctie t.a.v enkele ADL variabelen (Mann-Whitney toets voor onafhankelijke waarnemingen $p < 0,05$; eenzijdige toetsing; $> =$ beter dan, $< =$ slechter dan).*

Verklaring der variabelen:

1 = gebruik van de hand bij lichaamshygiene

2 = gebruik van de hand bij tanden poetsen

3 = gebruik van de hand bij haren kammen

4 = gebruik van de hand bij eten

5 = gebruik van de hand bij aan-/uitkleden

In tabel 11.5 is een overzicht gegeven van het aantal individuen dat hinder ondervindt van een afunctionele slappe hand/arm bij diverse aspecten van de ADL. Hiertoe zijn vergeleken de groepen **zonder handfunctie**, dus 2, 4 en 5.

Bij het bestuderen van tabel 11.5 valt op dat voor nagenoeg alle ADL variabelen dezelfde trend aanwezig lijkt: in het algemeen ondervinden de meeste personen geen hinder van betekenis van hun afunctionele arm. Een uitzondering hierop lijkt te worden gevormd door de individuen uit groep 4 die relatief meer hinder van hun afunctionele arm ondervinden bij activiteiten die horen bij de lichaamshygiene zoals wassen en toiletgang.

Bij het vergelijken van de groepen 2, 4 en 5 blijkt alleen een significant verschil te bestaan voor wat betreft de lichaamshygiene (wassen, toiletgang) tussen groep 4 en 5 (tabel 11.6), d.w.z. dat de meeste hinder werd ondervonden door personen met een flail arm, i.t.t. de personen die een schouderarthrodese hadden ondergaan. Voor het overige kon geen significant verschil tussen de diverse subgroepen worden vastgesteld.

ADL FUNCTIE	SCORE	SUBGROEP		
		2 N=8	4 N=16	5 N=13
hinder van afunctionele extremiteit bij lichaamshygiëne	0	2	1	-
	1	3	3	6
	2	2	12	6
	3	1	-	1
idem bij tanden poetsen	0	2	1	1
	1	6	15	11
	2	-	-	-
	3	-	-	1
idem bij haren kammen	0	2	1	-
	1	6	15	11
	2	-	-	-
	3	-	-	2
idem bij eten	0	2	1	-
	1	4	11	11
	2	2	3	-
	3	-	1	2
idem bij aan- en uitkleden	0	2	1	-
	1	2	12	5
	2	3	2	6
	3	1	1	2

Tabel 11.5. De subjectief beleefde invloed van het ongeval op het handgebruik bij ADL bij die groepen waarbij sprake is van **geen** handfunctie (0=n.v.t., 1=nooit/geen, 2=soms,enigermate, 3=altijd/veel).

GROEP	VARIABELE				
	1	2	3	4	5
2>4	-	-	-	-	-
2>5	-	-	-	-	-
4<5	+	-	-	-	-

Tabel 11.6.
Significante verschillen tussen subgroepen **zonder handfunctie**
t.a.v enkele ADL variabelen (Mann-Whitney toets voor onafhankelijke
waarnemingen $p < 0,05$; eenzijdige toetsing; >=beter dan, <=slechter dan).

Verklaring der variabelen:
1 = hinder van de arm bij lichaamshygiëne
2 = hinder van de arm bij tanden poetsen
3 = hinder van de arm bij haren kammen
4 = hinder van de arm bij eten
5 = hinder van de arm bij aan-/uitkleden

Aspecten van acceptatie

Onderzocht werd de subjectief beleefde invloed van de diverse functiestoornissen op de acceptatie van het ongeval en de hieruit voortvloeiende dagelijkse problemen in het functioneren. Daar meting van sociale en psychologische parameters gevalideerd en genormeerd zou moeten plaats vinden d.m.v. hiertoe ontworpen tests, zou op zich een psychologisch onderzoek van de onderzochte populatie aan te bevelen zijn.

STOORNIS	SCORE	GROEP					
		1 N=26	2 N=8	3 N=22	4 N=16	5 N=13	6 N=9
krachtverlies	0	4	-	1	-	-	-
	1	11	1	11	5	4	7
	2	7	2	9	5	5	2
	3	4	5	1	6	4	-
sens.verlies	0	15	-	13	-	-	1
	1	11	6	8	11	10	6
	2	-	1	1	5	2	2
	3	-	1	-	-	1	-
pijnsyndroom	0	1	-	1	-	-	1
	1	10	3	9	7	10	7
	2	1	-	2	4	-	1
	3	2	-	2	-	1	-
kosmetiek	0	11	-	7	1	-	-
	1	12	4	11	9	7	6
	2	2	2	4	4	4	3
	3	1	2	-	1	2	-
dominatie	0	-	-	-	-	-	-
	1	4	3	4	3	4	3
	2	-	-	-	3	-	1
	3	-	1	-	2	1	-
eenhandigheid	0	-	-	-	-	-	-
	1	1	2	1	6	5	-
	2	-	2	-	5	7	2
	3	-	1	-	4	-	-

Tabel 11.7. De subjectief beleefde invloed van enkele functiestoornissen op het acceptatieproces per groep (0=n.v.t., 1=geen/nooit, 2=soms/enigermate, 3=vaak/veel).

Nagegaan werd de invloed van spierkrachtverlies, sensibiliteitsverlies, pijn, storende kosmetiek, verandering van dominantie en eenhandigheid op het acceptatieproces. Dit wordt vooral duidelijk wanneer de scheiding wordt gemaakt tussen score 1 enerzijds en score 2 anderzijds.

Invloed van krachtverlies op de acceptatie wordt ervaren bij 50 personen (53% van totale ulatie). Procentueel is dit vooral het geval in de groepen 2, 4 en 5 welke worden gekenmerkt door afwezigheid van handfunctie. De invloed van sensibiliteitsstoornissen is aanwezig bij 13 individuen (14% van totale populatie) en dit betreft vooral de groep met een flail limb.

Door 13 personen wordt een pijnsyndroom aangegeven als beperkend bij het acceptatieproces (21 %). Dit geldt vooral voor groep 4 gekenmerkt door een flail arm.

De invloed van storende kosmetiek wordt aangegeven bij 25 personen (27% van de onderzochte populatie) en de negatieve invloed van eenhandigheid op het acceptatieproces bij 21 (58 % van de onderzochte populatie). Dit geldt vooral voor groep 4, zoals bekend gekenmerkt door een volledig afunctionele hand.

Uit tabel 11.8 blijkt dat voornamelijk drie functiestoornissen tussen de groepen discrimineren: krachtverlies, sensibiliteitsverlies en storende cosmetiek.

groep	kracht	sensibiliteit	pijn	kosmetiek	eenhandigheid
1>2	p<0,05	p<0,05	-	-	p<0,05
1>3	-	-	-	-	-
1>4	-	p<0,05	-	-	-
1>5	-	p<0,05	-	-	p<0,05
1>6	-	-	-	-	-
2<3	p<0,05	-	-	-	-
2>4	-	-	-	-	-
2>5	-	-	-	-	-
2<6	p<0,05	-	-	-	-
3>4	p<0,05	-	-	-	-
3>5	p<0,05	-	-	-	-
3<6	-	-	-	-	-
4<5	-	-	-	-	-
4<6	-	-	-	-	-
5<6	-	-	-	-	-

Tabel 11.8. Significante verschillen ten gevolge van stoornissen tussen de diverse groepen t.a.v. het acceptatieproces (Mann-Whitney toets voor onafhankelijke waarnemingen; eenzijdige toetsing: >=beter dan, <=slechter dan).

De groepen die relatief het meest "te lijden" hadden van deze functiestoornissen waren de groepen 2, 4 en 5, althans deze groepen verschilden het meest van de anderen t.a.v. de subjectief beleefde invloed van de gevolgen van het ongeval op het acceptatieproces. Het gemeenschappelijke van deze groepen is de afwezigheid van handfunctie. Van belang is ook dat geen significant verschil werd gevonden tussen de groepen met betrekking tot pijn en verandering van dominantie.

Daar het meten van acceptatie vooralsnog in de praktijk niet goed mogelijk is en toch hieraan belang werd toegekend, werd omwille van de praktische gevolgen toch gekozen voor een indirecte inschatting. Op grond van een aantal items zou nl. de voorzichtige conclusie kunnen worden getrokken dat acceptatieproblematiek al of niet op de voorgrond staat in het alledaagse functioneren. Factoren die een indruk geven omtrent enige maatschappelijke satisfactie betreffen het hebben van sociale contacten, financieel/economische status na het ongeval en de duurzame aanwezigheid van een partner.

SOCIAAL ASPECT	SCORE	GROEP					
		1 N=26	2 N=8	3 N=22	4 N=16	5 N=13	6 N=9
soc.contacten	1	13	5	10	8	6	6
	2	13	3	12	8	7	3
financ.teruggang	1	16	7	14	11	7	4
	2	6	1	5	5	6	5
partner aanwezig	1	22	8	17	12	10	6
	2	4	0	5	4	3	3

Tabel 11.9. De aanwezigheid van sociale contacten, financiële positie en een partner per groep (1=ja, 2=neen).

In tabel 11.9 wordt een overzicht gepresenteerd. Ook hierbij werd een onderverdeling van de populatie gemaakt zoals al eerder toegepast.

Opmerkelijk is dat toch 46 personen van de gehele populatie (49%) geen geregelde sociale contacten heeft en dat een duidelijke meerderheid een teruggang in de financiële positie heeft ervaren. Een direkt oorzakelijk verband met het letsel is niet aan te tonen, daar ook arbeidsongeschiktheid en werkeloosheid hierop van invloed zijn. Er is geen significant verschil tussen de diverse groepen daar alle een overeenkomstige verdeling te zien geven. Waarschijnlijk is de gekozen meetvorm niet valide. Vergaande conclusies kunnen dan ook niet worden getrokken. Wel dient de behandelaar alert te zijn op het ontstaan van een sociaal isolement van een patient, mede vanwege de wisselwerking die aanwezig mag worden verondersteld tussen sociale integratie en acceptatie van ernstig verlies van functie van een deel van het lichaam.

Vervoersaspecten

In het onderzoek is nagegaan welke middelen van zelfstandig vervoer werden gebruikt, waarbij onderscheid werd gemaakt tussen fietsen en autorijden. Uit tabel 11.10 blijkt dat het merendeel van de populatie gebruik maakt van de auto. Bij ongeveer de helft van de autogebruikers is een restreint in het rijbewijs aanwezig. Dit houdt verband met de verplichting tot aanpassing, meestal in de vorm van automatische transmissie hetgeen bij 40 individuen (83%) het geval is. Bovendien valt op dat 2 individuen weliswaar een restreint rijbewijs bezitten doch in een niet aangepaste auto rijden. Van hen die niet autorijden (14 personen) zijn zes individuen (43%) van mening dat dit een direkt gevolg is van het ongeval en de eruit voortvloeiende stoornissen. De meerderheid van de onderzochte populatie maakt eveneens gebruik van een fiets (82 personen). Van hen die niet fietsen (16 individuen) schrijven 10 (63%) dit toe aan de ongevalsgevolgen. Onderzoeken we vervolgens wat de gemeenschappelijke stoornis is bij alle niet-fietsers, dan valt op dat bij 12 personen (75%) sprake is van een afunctionele hand.

activiteit	ja	nee
autorijden	84	14
aanpassing	46	37
restreint	48	37
fietsen	82	16

Tabel 11.10 Een overzicht van de vervoersmogelijkheden van de gehele populatie (N=98).

Vervolgens is onderzocht wat de invloed is geweest van de diverse functiestoornissen op de vervoersmogelijkheden uitgesplitst naar mate en uitgebreidheid van de uitval. Hiertoe werd weer dezelfde groepsindeling gemaakt als voorheen: een splitsing naar handfunctie, schouderfunctie en/of schouderarthrodese. De functiestoornissen waarvan de invloed werd onderzocht betroffen krachtverlies, sensibiliteitsverlies, pijn, verandering van dominantie en eenhandigheid.

STOORNIS	SCORE	GROEP					
		1 N=26	2 N=28	3 N=22	4 N=16	5 N=13	6 N=9
krachtverlies	0	1	-	-	-	-	1
	1	17	4	12	9	5	5
	2	7	3	8	4	7	2
	3	1	1	2	3	1	1
sens.verlies	0	15	-	13	-	-	-
	1	11	8	8	13	10	9
	2	-	-	2	2	1	-
	3	-	-	-	1	2	-
pijn	0	2	-	1	-	-	-
	1	11	2	10	10	9	8
	2	1	1	2	-	2	-
	3	-	-	1	1	-	1
dominantieshift	0	1	-	-	-	-	-
	1	1	2	2	5	4	4
	2	-	-	1	1	1	-
	3	-	2	1	2	-	-
eenhandigheid	0	-	-	-	-	-	-
	1	1	3	1	8	1	-
	2	-	1	-	6	7	1
	3	-	1	-	1	1	1

Tabel 11.11. De invloed van enkele functiestoornissen op rijvaardigheden per fiets of auto uitgesplitst per functionele groep. (0=n.v.t., 1=nooit/geen, 2=soms/enigszins, 3=altijd/veel).

Uit tabel 11.11 blijkt dat grofweg de meeste individuen over alle groepen verdeeld geen nadelige invloed van betekenis hebben ondervonden bij fietsen en/of autorijden. Wel valt in eerste instantie op dat de personen uit groep 4 (flail arm) vergeleken met de overige groepen het meest nadeel ondervonden van krachtverlies, nl. bij 75 % van de personen. Ook voor sensibiliteitsverlies geldt in de meeste gevallen geen nadelige invloed van betekenis op fietsen en/of autorijden. De groepen 4 en 5 (beiden afunctionele hand) hebben nog relatief het meest hiervan te lijden, nl. in 19 resp. 23 %.

De invloed van pijn op de onderzochte rijvaardigheden blijkt in geringe mate aanwezig, doch gelijk over de groepen verdeeld. Verandering van dominantie en eenhandigheid geldt in principe niet voor de groepen 1, 3 en 6, daar een functionele hand aanwezig is. Dit verklaart het in deze groepen relatief grote aantal aanwezige missing data. Groep 4 (afunctionele hand) blijkt relatief de meeste hinder te ondervinden van eenhandigheid op verplaatsingsmogelijkheden.

Echter ook voor de groepen zonder functionele hand (2, 4 en 5) blijft met name t.a.v. dominantieverandering het aantal missing data te groot. Waarschijnlijk is het toch voor veel personen (te) moeilijk om de invloed van dominantieverandering goed naar waarde te schatten.

Wanneer het aantal fietsers wordt uitgesplitst naar functionele groep (tabel 11.12) dan blijkt dat relatief de meeste individuen die niet fietsen, voorkomen in de groepen 2, 4 en 5 (variërend van 25 tot 38%).

FIETSEN		GROEP					
		1 N=26	2 N=8	3 N=22	4 N=16	5 N=13	6 N=9
ja	24	5	20	12	8	9	
nee	2	3	2	4	5	0	

Tabel 11.12. Antwoord op de vraag of men fietst, uitgesplitst per groep.

Deze groepen worden gekenmerkt door afwezige handfunctie, onafhankelijk van de schouderfunctie.

Tenslotte werd onderzocht of tussen de verschillende groepen significante verschillen aanwezig zijn m.b.t. rijvaardigheden.

Uit tabel 11.13 blijkt dat met name het verlies aan sensibiliteit het beste discrimineert tussen de groepen onderling. Groep 1 blijkt hierbij beter te functioneren dan de overigen. De slechtere groepen die hinder ondervinden van de sensibiliteitsstoornissen bestaan uit personen met een afunctionele hand (groepen 2, 4 en 5).

Opmerkelijk is dat groep 3 (geen schouder-, wel handfunctie) beter functioneert dan de groepen 2, 4 en 5. Het gemeenschappelijke kenmerk van deze laatste groepen is het ontbreken van handfunctie. Het ontbreken van sensibiliteit blijkt bij deze groepen meer invloed te hebben op rijvaardigheden dan de schouderfunctie.

T.a.v. de invloed van eenhandigheid blijkt er een significant verschil te bestaan tussen groep 4 en 5. Groep 4 is de groep individuen met een flail arm, terwijl bij groep 5 de arm weliswaar ook flail was, doch tevens een schouderarthrodese is verricht. Het verrichten van een schouderarthrodese lijkt t.a.v. rijvaardigheden derhalve tot minder beperkingen te leiden.

groep	kracht	sensibiliteit	pijn	kosmetiek	eenhandigheid
1>2	-	p<0,05	-	-	-
1>3	-	-	-	-	-
1>4	-	p<0,05	-	-	-
1>5	-	p<0,05	-	-	-
1>6	-	-	-	-	-
2<3	-	p<0,05	-	-	-
2>4	-	-	-	-	-
2<5	-	-	-	-	-
2<6	-	-	-	-	-
3>4	-	p<0,05	-	-	-
3>5	-	p<0,05	-	-	-
3<6	-	-	-	-	-
4<5	-	-	-	-	p<0,05
4<6	-	-	-	-	-
5<6	-	-	-	-	-

Tabel 11.13. Significante verschillen tussen de diverse functionele groepen tengevolge van stoornissen m.b.t. rijvaardigheden (Mann-Whitney toets voor onafhankelijke waarnemingen; eenzijdige toetsing: <=slechter dan, >=beter dan).

Beschouwing en conclusies

Een aantal opmerkingen dienen te worden geplaatst m.b.t. de gevolgde werkwijze. De indeling in (functionele) groepen wordt van groot belang geacht opdat aldus relatief homogene groepen met elkaar kunnen worden vergeleken. De onontkoombare consequentie is het relatief kleinere aantal individuen per groep. Opvallend is ook het grote aantal 0-scores in tabel 11.1. Dit geldt vooral voor de stoornissen dominantie en eenzijdigheid. Waarschijnlijk moet dit worden geweten aan moeite met inhoudelijk inzicht en interpretatie van de vragen.

De resultaten nader beschouwend kan men stellen dat de personen uit groep 1 relatief het beste functioneren. Dit is niet verwonderlijk daar dit de groep is met de minste functiestoornissen. Sensibiliteitsverlies lijkt een relevante stoornis die een negatief effect heeft op de ADL. Dit geldt vooral voor de groepen waarin de individuen geen handfunctie hebben en in mindere mate voor de groepen waarin de personen een afunctionele schouder hebben. Dezelfde personen uit deze groepen stellen hogere (functionele) eisen aan kleding en schoeisel en lijken bij hun seksuele gedrag de meeste hinder van hun stoornissen te ondervinden. In mindere mate spelen krachtverlies, afwijkende cosmetiek en verandering van dominantie een rol, met name voor de personen met louter een afunctionele hand. In de literatuur konden geen gedetailleerde gegevens worden aangetroffen betreffende de invloed van het letsel op de ADL.

Een en ander concluderend kan worden gesteld dat in voor enkele belangrijke aspecten van de ADL een paralytische schouder functioneel meer nadelen heeft dan een normale of licht paretische schouder en een schouderarthrodese. In enkele gevallen biedt een licht paretische schouder meer functionele voordelen dan de vastgezette schouder. Daarnaast lijkt de conclusie gewettigd dat bij personen met een afunctionele arm en hand een schouderarthrodese functioneel winst oplevert, althans ertoe bijdraagt dat de slappe arm als minder belemmerend wordt ervaren.

Met enige terughoudendheid kan worden vastgesteld dat drie functiestoornissen van relatief groot belang zijn voor het acceptatieproces: krachtverlies, stoornissen in de sensibiliteit en de afwijkende cosmetiek. Dit blijkt vooral tot uiting te komen in de groepen met een afunctionele hand. De groepen die relatief de minste problemen met deze acceptatie hadden waren de groepen met aanwezige handfunctie en een stabiele schouder.

Op grond van de omvang en ernst van het letsel mogen acceptatieproblemen zonder meer worden verwacht. Toch vinden relatief veel personen een duurzame relatie, hetgeen blijkt uit het feit dat de meeste personen (64, 68%) vóór het ongeval geen relatie hadden in vergelijking met 19 personen (20%) na het ongeval. Uit de sumiere literatuur blijkt dat een aantal factoren het acceptatieproces negatief beïnvloeden, nl. weinig informatie verstrekking door de behandelaars aan de patient en de onzekerheid met de prognose (Brewerton e.a. '71). Uit de eigen onderzoeksgegevens komen deze aspecten niet duidelijk naar voren alhoewel de onzekere prognose wel een rol gespeeld moet hebben. Desalniettemin blijft een sociaal isolement met nadelige gevolgen voor een groot aantal andere activiteiten, zoals werk en partnerschap een reële dreiging. De literatuur verschaft geen informatie omtrent acceptatieproblemen specifiek gericht op het plexus brachialisletsel.

Het is opmerkelijk dat van de personen met een flail arm 12 individuen (75%) wel fietsen, ondanks het feit dat zij slechts eenzijdig de fiets kunnen besturen en derhalve niet alle verkeersregels kunnen toepassen. In de literatuur konden geen gegevens worden gevonden omtrent de gevolgen van het letsel op de verplaatsingsmogelijkheden.

De volgende conclusies kunnen worden geformuleerd. De invloed van het verlies aan spierkracht is minder groot dan men zou verwachten. Sensibiliteitsverlies heeft een negatief effect op rijvaardigheden vooral wanneer dit betreft uitval van de hand. Personen met een

afunctionele hand ondervinden meer beperkingen op het gebied van rijvaardigheden dan personen met een functionele hand. De schouderfunctie lijkt t.a.v. rijvaardigheden van minder belang doch personen met een flail arm ondervinden meer beperkingen op het gebied van rijvaardigheden dan personen met een flail arm die een schouderarthrodese hebben laten verrichten.

34 Individuen (34 %) dienden onder invloed van het ongeval gedwongen te veranderen van dominantie. Een meerderheid van 22 (65%) had hiervoor een periode nodig van gemiddeld 7 maanden met een spreiding van 6-12 maanden. Van de 34 individuen herkreeg niemand meer zijn oorspronkelijke dominantie. Daar het een relatief groot aantal personen moeite kost om over te schakelen op de andere zijde kan een periode specifieke eenhandigheids-training gerechtvaardigd zijn.

HOOFDSTUK 12

Het onderzoek van de handicap

Vrije tijd besteding

Het blijkt dat 53 personen uit de gehele populatie (54%) voor het ongeval wel en 41 geen hobby uitoefenden. Na het ongeval is dit aandeel 57 respectievelijk 37. Het blijkt dat derhalve het aantal personen dat een vrije tijdbesteding uitoefent na het ongeval in elk geval niet is afgenomen (zie tabel 12.1).

	GROEP					
	1 N=26	2 N=8	3 N=22	4 N=16	5 N=13	6 N=9
hobby voor: ja	15	5	11	8	8	6
neen	11	3	11	8	5	3
na: ja	20	5	13	13	10	6
neen	6	3	9	3	3	3
veranderd : ja	3	1	3	2	1	1
neen	16	3	9	6	7	5
MD	7	4	10	8	5	3

Tabel 12.1. Een overzicht van het voorkomen van vrije tijdsbesteding voor en na het ongeval.

Verdeeld over de functionele subgroepen blijkt dat het aantal personen dat een invulling van de vrije tijd heeft na het ongeval is toegenomen over nagenoeg alle groepen en dat het aantal individuen zonder hobby navenant is afgenomen. Opmerkelijk is dat de grootste toename zich heeft voorgedaan in de groep gekenmerkt door een flail arm.

Zowel voor de gehele populatie als voor de verschillende subgroepen geldt dat een duidelijke meerderheid van de personen met een hobby na het ongeval niet lijkt te zijn veranderd van vrije tijdsbesteding.

Van alle individuen die geen hobby uitoefenen ontkent een overgrote meerderheid dat dit te wijten zou zijn aan, althans een gevolg zou zijn van, het ongeval. Dit geldt voor 6, 2, 6, 3, 3 en 2 individuen uit resp. de groepen 1, 2, 3, 4, 5 en 6.

Ook t.a.v. vrije tijdsbesteding werd onderzocht hoe de invloed van verschillende functiestoornissen hierop is geweest. De populatie werd wederom onderverdeeld in subgroepen al naar gelang functie van de hand en schouder. De onderzochte functiestoornissen betroffen krachtverlies, sensibiliteitsverlies, pijnklachten, dominantieverandering en eenhandigheid. Een overzicht wordt gepresenteerd in tabel 12.2.

De invloed van het krachtverlies blijkt voor groepen 1 en 3, en in mindere mate voor groep 2 van ondergeschikt belang bij het uitoefenen van een hobby. De invloed hiervan lijkt toe te nemen bij de groepen 4, 5 en 6. Dit geldt eveneens voor de invloed van de sensibiliteit; met name in de groepen 4, 5 en 6 neemt het aandeel van de individuen dat subjectief hinder hiervan ondervindt, toe. Voor de functiestoornissen pijn, dominantieverandering en eenhandigheid neemt het non-respons aandeel sterk toe zoals ook al eerder bij beperkingen werd gesignaleerd. Toch springt groep 4 hier in negatieve zin uit, gezien het relatief grotere aandeel van individuen dat problemen ondervindt met verandering van dominantie en eenhandigheid.

In tabel 12.3 wordt een overzicht gepresenteerd van de verschillen tussen de diverse subgroepen voor wat betreft de invloed van de diverse functiestoornissen op het uitvoeren van vrije tijdbesteding.

Opvallend is dat verlies aan sensibiteit relatief frequent wordt aangegeven als een beperkende factor t.a.v. vrije tijdbesteding. Dit geldt met name voor de groepen 3, 4, 5 en 6, d.w.z. de individuen met hetzij een paralytische schouder, een paralytische hand danwel een combinatie hiervan. De invloed van spierkrachtverlies blijkt toch geringer dan op grond van het toeval verwacht zou worden: de groep met een volledig afunctionele arm blijkt als enige de meeste hinder ervan te ondervinden. Pijnklachten blijken significant vaker een

STOORNIS	SCORE	GROEP					
		1 N=26	2 N=8	3 N=22	4 N=16	5 N=13	6 N=9
krachtverlies	0	5	3	8	2	2	2
	1	13	1	9	4	6	2
	2	7	3	4	7	4	2
	3	1	1	1	3	1	3
sens.verlies	0	18	3	16	2	2	1
	1	7	4	5	7	8	5
	2	-	1	-	6	1	3
	3	3	-	1	1	2	-
pijn	0	4	1	6	-	3	1
	1	10	2	6	8	6	6
	2	-	-	2	3	2	1
	3	-	-	-	-	-	1
dominantieshift	0	2	2	3	1	1	1
	1	-	1	1	4	4	-
	2	-	1	-	3	-	2
	3	-	1	-	-	-	1
eenhandigheid	0	1	2	1	2	3	-
	1	-	2	-	8	8	1
	2	-	-	-	1	1	1
	3	-	1	-	4	-	-

Tabel 12.2. De invloed van enkele functiestoornissen op de vrije tijdbesteding per functionele groep.
0=ni.v.t., 1=nooit/geen, 2=soms/enigermate, 3=altijd/veel.

beperkende factor te zijn voor individuen met een afunctionele arm terwijl voor deze groep ook de (noodgedwongen) verandering van dominantie significant vaker als een probleem bij uitvoeren van een hobby wordt ervaren. Dit laatste geldt ook voor de individuen uit groep 5 die men herkent aan een afunctionele hand.

groep	kracht	sensibiliteit	pijn	kosmetiek	eenhandigheid
1>2	-	-	-	-	-
1>3	-	-	-	-	-
1>4	-	p<0,05	p<0,05	p<0,05	-
1>5	-	p<0,05	-	p<0,05	-
1>6	-	p<0,05	-	-	-
2<3	-	-	-	-	-
2>4	-	-	-	-	-
2>5	-	-	-	-	-
2<6	-	-	-	-	-
3>4	p<0,05	p<0,05	-	-	-
3>5	-	p<0,05	-	-	-
3>6	-	-	-	-	-
4<5	-	-	-	-	-
4<6	-	-	-	-	-
5<6	-	-	-	-	-

Tabel 12.3. Significante verschillen tengevolge van stoornissen tussen de diverse groepen t.a.v. vrije tijdbesteding (Mann-Whitney toets voor onafhankelijke waarnemingen; éézijdige toetsing: <=slechter dan, >=beter dan).

Sportbeoefening

Van alle ondervraagden beoefenden 41 personen sport voor het ongeval (42%). Ten tijde van het naonderzoek blijkt dit aantal gereduceerd tot 27 (27%). Hiervan zijn 5 individuen in de loop der tijd een andere sport gaan beoefenen (18%). Van de personen die ten tijde van het naonderzoek geen sport meer beoefenen (71) schrijven 16 dit toe aan het ongeval (22%) terwijl de overige 55 personen dit wijten aan andere niet nader gespecificeerde factoren. In tabel 12.4 wordt een overzicht gepresenteerd van de effecten van het ongeval op sportbeoefening, afhankelijk van de mate van de uitval en betrokkenheid van de schouder.

STOORNIS	SCORE	GROEP					
		1 N=26	2 N=8	3 N=22	4 N=16	5 N=13	6 N=9
krachtverlies	0	11	4	12	7	5	6
	1	12	4	4	5	1	1
	2	2	-	2	-	4	1
	3	1	-	-	4	4	-
sens.verlies	0	16	3	17	7	5	6
	1	9	2	5	4	5	3
	2	1	2	-	5	-	-
	3	-	1	-	-	3	-
pijn	0	6	3	10	6	6	3
	1	4	-	2	7	5	5
	2	4	-	2	-	-	-
	3	-	-	-	-	-	1
kosmetiek	0	14	4	11	6	4	4
	1	11	3	10	7	7	5
	2	1	3	10	7	7	5
	3	-	1	-	6	1	1
dominantie	0	1	3	3	4	2	2
	1	2	2	-	6	3	-
	2	1	-	1	-	-	-
	3	-	-	-	-	-	2
eenhandigheid	0	-	3	-	7	4	2
	1	-	1	-	3	5	-
	2	1	-	1	4	2	-
	3	-	1	-	2	1	-

Tabel 12.4. De invloed van enkele functiestoornissen op sportbeoefening per functionele groep (0=n.v.t., 1=nooit/geen, 2=soms/enigszins, 3=altijd/veel).

Het blijkt uit tabel 12.4 dat krachtverlies vooral als belemmerend wordt ervaren in de groepen 3, 4 en 5. Dit zijn de groepen die gekenmerkt worden door afunctionele schouder-spieren (3 en 4) en een afunctionele hand (4 en 5).

Verlies aan sensibiliteit werd hoofdzakelijk in de groepen 4 en 5 als storend beschouwd. Dit is niet verwonderlijk daar beide groepen zijn gekenmerkt door een asensibele hand.

T.a.v. de stoornissen pijn, dominantieverandering, afwijkende cosmetiek en eenhandigheid zijn de aantallen niet te interpreteren, samenhangend met wederom het relatief grote aantal missing data. Het grote aantal missing data hangt hoogstwaarschijnlijk samen met het feit dat ten tijde van het naonderzoek van de 98 personen slechts 27 nog sport beoefenen. Een meerderheid van 71 individuen kan derhalve niet vertellen door welke stoornis zij bij sport wordt gehinderd.

groep	kracht	sensibiliteit	pijn	kosmetiek	dominatie	eenhandigheid
1>2	-	-	-	-	-	-
1>3	-	-	-	-	-	-
1>4	-	-	-	-	-	-
1>5	-	-	-	-	-	-
1>6	-	-	-	-	-	-
2<3	-	-	-	-	-	-
2>4	-	-	-	-	-	-
2>5	-	-	-	-	-	-
2<6	-	p<0,05	-	-	-	-
3>4	-	-	-	-	-	-
3>5	-	-	-	-	-	-
3>6	-	-	-	-	-	-
4<5	-	-	-	-	-	-
4<6	-	-	-	-	-	-
5<6	-	-	-	-	-	-

Tabel 12.5. Significante verschillen met betrekking tot stoornissen tussen diverse subgroepen t.a.v. sportbeoefening (Mann-Whitney toets voor onafhankelijke waarnemingen; eenzijdige toetsing: <slechter dan, >beter dan).

In het algemeen worden geen significante verschillen tussen de groepen t.a.v. sportbeoefening gezien. Er is echter een uitzondering: er blijkt een verschil voor sportbeoefening aanwezig tussen de groepen 2 en 6, d.w.z. dat de individuen uit groep 2 meer hinder ondervinden van de sensibiliteitsstoornissen in de hand dan de personen uit groep 6. In deze laatste groep is in principe een handfunctie aanwezig. Deze hinder komt onder andere tot uiting in een grotere vulnerabiliteit van de hand door de anaesthesie hetgeen voor menig een reden is geen sport (meer) te beoefenen dan wel deze aan te passen.

Werk

Door middel van het interview is uitvoerig onderzocht wat de subjectieve invloed van diverse functiestoornissen is geweest op het kunnen verrichten van werkzaamheden. De bekende groepsindeling die een weerspiegeling vormt van de ernst van het letsel, werd hierbij weer gehanteerd. De invloed van de volgende functiestoornissen werd onderzocht: krachtverlies, sensibiliteitsverlies, pijn, afwijkende cosmetiek, verandering van dominantie en eenhandigheid. In tabel 12.6 wordt hiervan een overzicht gegeven.

Zoals in tabel 12.6 is te zien vormt krachtverlies een beperkende factor voor het weer kunnen uitoefenen van werkzaamheden. Dit werk betreft zowel werk in loondienst als huishoudelijk werk. In hoofdstuk 9 blijkt dat 53% van de populatie lager beroepsonderwijs volgt of heeft gevolgd. Het spreekt dan ook vanzelf dat ernstig krachtverlies in arm en/of hand consequenties heeft voor activiteiten op de arbeidsmarkt.

Dit geldt voor nagenoeg alle groepen. In vergelijking hiermee lijkt de afwijkende cosmetiek van minder belang doch de tabel geeft geen uitsluitsel omtrent de significantie van verschillen tussen de diverse groepen onderling. Het aantal missing data m.b.t. dominantieverandering en eenhandigheid was ook hier weer te groot zodat t.a.v. deze stoornissen de getallen niet te interpreteren zijn.

Wanneer de diverse groepen met elkaar worden vergeleken dan blijken tussen verschillende groepen verschillen aanwezig in subjectief ervaren invloed van enkele functiestoornissen.

STOORNIS	SCORE	GROEP					
		1 N=26	2 N=8	3 N=22	4 N=16	5 N=13	6 N=9
krachtverlies	0	3	1	6	1	-	-
	1	9	-	-	2	-	-
	2	10	1	7	4	6	3
	3	4	6	9	9	7	6
sens.verlies	0	15	1	13	1	-	-
	1	10	4	5	9	9	6
	2	-	1	3	3	2	2
	3	1	2	1	3	2	1
pijn	0	4	1	2	1	-	-
	1	5	2	9	7	8	4
	2	4	-	2	3	2	4
	3	1	-	1	-	1	1
afw.kosmetiek	0	8	1	6	2	-	2
	1	16	6	14	10	10	7
	2	-	1	1	2	2	-
	3	2	-	1	1	1	-
dominantie- verandering	0	-	1	-	-	-	-
	1	3	1	2	3	2	1
	2	-	1	1	1	-	1
	3	1	2	1	5	2	3
eenhandigheid	0	-	-	-	2	-	-
	1	-	-	-	1	1	-
	2	-	-	-	4	6	1
	3	1	1	1	8	5	1

Tabel 12.6. De invloed van enkele functiestoornissen op werkzaamheden, afhankelijk van de uitgebreidheid van het letsel. (0=n.v.t., 1=nooit/geen, 2=soms/enigszins, 3=altijd/veel).

groep	kracht	sensibiliteit	pijn	kosmetiek	dominatie	eenhandigheid
1>2	p<0,05	p<0,05	-	-	-	-
1>3	p<0,05	-	-	-	-	-
1>4	p<0,05	p<0,05	-	-	-	-
1>5	p<0,05	p<0,05	-	p<0,05	-	-
1>6	p<0,05	p<0,05	-	-	-	-
2<3	-	p<0,05	-	-	-	-
2>4	-	-	-	-	-	-
2<5	-	-	-	-	-	-
2<6	-	-	-	-	-	-
3>4	-	p<0,05	-	-	-	-
3>5	-	p<0,05	-	p<0,05	-	-
3<6	-	-	-	-	-	-
4<5	-	-	-	-	-	-
4<6	-	-	-	-	-	-
5<6	-	-	-	p<0,05	-	-

Tabel 12.7. Significante verschillen met betrekking tot stoornissen tussen diverse subgroepen t.a.v. werkzaamheden (Mann-Whitney toets voor onafhankelijke waarnemingen; eenzijdige toetsing: <slechter dan, >beter dan).

Uit tabel 12.7 blijkt dat de best functionerende groep groep 1 is: de personen uit deze groep bezitten in principe een schouder- en handfunctie en functioneren derhalve beter dan alle overige. Ook voor het uitvoeren van werkzaamheden blijkt het verlies aan sensibiliteit subjectief van groot belang. Relatief gunstig verloopt het wederom in groep 1. Bovendien functioneert groep 3 relatief beter dan de groepen 4 en 5. Deze beide laatsten worden gekenmerkt door het ontbreken van handfunctie, terwijl groep 3 wel handfunctie heeft en dus ook sensibiliteit.

De afwijkende kosmetiek van een totaal paralytische hand blijkt toch in enkele gevallen van nadeel bij het voldoen aan maatschappelijke "verplichtingen" zoals werk. Dit geldt met name voor groep 5. Het kenmerkende van groep 5 is nu dat alle personen een slappe afunctionele hand hebben, vaak gekenmerkt door blauw/rode verkleuring en klauwstand van de vingers. Een eerste voorlopige conclusie zou kunnen luiden dat t.a.v. werk(her-
vatting) krachtverlies en verlies aan sensibiliteit een negatieve rol spelen. Tevens ondervinden de personen met een afunctionele hand hier subjectief hinder van. Alle 98 individuen werden in het interview gevraagd naar hun werkomstandigheden. In tabel 12.8 wordt een overzicht gegeven van ieder's dagelijkse activiteiten.

ACTIVITEIT	AANTAL	%
onderwijs	7	7
arbeid in loondienst	42	43
vrije ondernemer	5	5
arbeid in WSW verband	8	8
WAO/AAW	22	22
werkloos (WW/RWW)	6	6
huishouden	4	4
overig	4	4
T	98	100

Tabel 12.8. Overzicht van het maatschappelijk functioneren van de gehele populatie.

In tabel 12.8 is te zien dat bijna de helft van alle individuen werkzaam is in loondienst en dat ruwweg 20% arbeidsongeschikt voor het eigen werk is verklaard overeenkomstig de WAO/AAW interpretatie zoals eind jaren '70 en in de tweede helft van de jaren '80 gebruikelijk was. Vergelikt men deze tabel met tabel 9.6 dan valt op dat bijna 10% van de personen minder in loondienst werkzaam is. Getoetst aan het CBS gegeven dat 60% van de beroepsbevolking in loondienst werkzaam is, moet worden opgemerkt dat in de onderzochte populatie maar liefst 17% minder in dienstverband werkzaam is en dat dit percentage na het ongeval met 10% is toegenomen. Tevens valt op dat er statistisch een uitstroom uit het onderwijs plaats vindt met 28 personen. Dit zou kunnen betekenen dat 37 personen maatschappelijk een nieuwe functie krijgen. Veruit de meeste toename vindt plaats in de categorie personen die volledig arbeidsongeschikt worden voor hun oorspronkelijk werk of het werk waartoe zij werden opgeleid (21 personen). Een numeriek minder relevante toename vindt plaats in de categorie personen die in WSW verband werken (6 personen). Dit kan betekenen dat maar liefst 57% van alle individuen dat een plexus brachialisletsel oploopt, uiteindelijk arbeidsongeschikt wordt verklaard in de zin van de WAO/AWW. Hierbij moet men zich wel realiseren dat deze interpretatie uitgaat van een scenario gekenmerkt door in- en uitstroom zonder rekening te houden met uitwisseling tussen de groepen onderling en mogelijke maatschappelijke veranderingen in de tijd tussen het ongeval en het moment van het naonderzoek. Deze aspecten waren in dit onderzoek niet na te gaan.

Op de vraag of verandering van maatschappelijke functie was toe te schrijven aan de aard en de uitgebreidheid van het letsel, antwoordden 55 personen (56%) positief, 6 negatief

(6%) terwijl 37 personen hierover geen uitspraak deden. Op de vraag hoe de nieuwe functie tot stand gekomen is, antwoordden van de 98 ondervraagden er 4 dat dit was gebeurd met medewerking van het arbeidsbureau, terwijl 24 individuen aangaven dat verandering tot stand gekomen is met begeleiding van de GMD. Maar liefst 36 personen gaven aan dat zij op eigen initiatief de functie hadden verworven die zij ten tijde van het naonderzoek bekleedden.

Van alle individuen die geen activiteiten zoals verondersteld bij een beroepsbevolking vervulden (N=32), schreven 23 dit toe aan het ongeval (72%) en waren 10 personen (31%) van mening dat dit geen verband had met het ongeval.

Na dit overzicht van de gehele populatie vindt een nadere analyse plaats van de maatschappelijke functies afhankelijk van de aard en de ernst van het letsel. Hiertoe werd wederom de bekende groepsindeling gehanteerd. Tabel 12.9 geeft hiervan een overzicht.

MAATSCH. FUNCTIE	GROEP											
	1		2		3		4		5		6	
	N=26	%	N=8	%	N=22	%	N=16	%	N=13	%	N=9	%
onderwijs	3	11	-	-	2	9	1	6	-	-	-	-
arbeid in loondienst	10	38	1	12	11	50	6	38	6	46	3	33
zelfstandige	2	8	2	25	-	-	1	6	1	8	-	-
WSW	-	-	1	12	3	14	1	6	2	15	-	-
WAO/AAW	6	23	4	50	2	9	5	31	3	23	3	33
werkloos	3	11	-	-	1	4	1	6	1	8	-	-
huishouden	2	8	-	-	2	9	-	-	-	-	2	22
overig	-	-	-	-	1	4	1	6	-	-	1	11

Tabel 12.9. Een frequentieverdeling van de maatschappelijke functie in relatie tot de ernst van het letsel. Tevens staat vermeld het percentage van de groep.

Bij het vergelijken van groep 1 en 2 wordt het verschil bepaald door het al of niet aanwezig zijn van handfunctie. Het blijkt dat in groep 2 26% minder arbeid in loondienst wordt verricht, 17% meer werkt als zelfstandige, 12% meer werkt in WSW verband en 17% meer blijvend arbeidsongeschikt is verklaard. De verschillen zijn op zich te verklaren uit het feit dat het ontbreken van handfunctie meer beperkingen en minder handvaardigheden met zich meebrengt. Bij vergelijking van groep 1 en 3 is het ontbreken van een schouderfunctie het functionele verschil. Van de personen uit groep 3 werkt 12% meer in loondienst, komen geen zelfstandigen voor, werkt 14% meer in WSW verband, doch is 14% minder blijvend arbeidsongeschikt. Ook werkloosheid komt in deze groep minder voor. Een verklaring voor deze gegevens kan zijn dat het ontbreken van schouderfunctie weliswaar meer functionele beperkingen met zich meebrengt, maar dat mogelijk een relatief groot aantal toch via ander werk op de arbeidsmarkt kan functioneren. Vergelijking van groep 1 en 4 laat zien dat een groot aantal functies overeenkomsten vertonen. De verschillen zijn met name 6% meer werk in WSW verband en 8% meer blijvende arbeidsongeschiktheid. Deze verschillen ten nadele van groep 4 zijn niet verwonderlijk gezien de grote functionele nadelen die deze groep ondervindt, nl. een volledig slappe afunctionele arm.

Bij vergelijken van groep 4 en groep 5 (schouderarthrodese, geen handfunctie) blijkt dat van de personen uit groep 5 er 8% meer werkt in loondienst, 9% meer werkt in WSW verband en 8% minder blijvend arbeidsongeschikt is. Het is zeer aannemelijk dat een schouderarthrodese heeft geleid tot een grotere mate van functionaliteit waardoor meer personen in staat zijn loonvormende arbeid te verrichten, zij het eenzijdig. De relatief kleine getallen laten echter een harder oordeel niet toe.

Bij vergelijken van groep 3 en 6 is schouderstabiliteit het vergelijkingscriterium. Bij beide groepen is handfunctie aanwezig, bij groep 6 schouderstabiliteit door een schouderarthrodese. Het valt op dat in groep 6 er 17% minder arbeid in loondienst wordt verricht, 14% minder werkt in WSW verband en dat er 24% meer blijvende arbeidsongeschiktheid voorkomt. Vergelijking van de groepen 5 en 6 toont het verschil in handfunctie. Beide groepen hebben een schouderarthrodese ondergaan terwijl bij de personen uit groep 5 geen handfunctie aanwezig is. Opvallend is dat bij groep 6 er 13% minder personen in loondienst werken, 8% minder als vrije ondernemer werkt, 15% minder in WSW verband werkt, terwijl 11% meer blijvend arbeidsongeschikt wordt beschouwd. Vergelijking van groep 4 (afunctionele arm) met groep 6 (schouderarthrodese met handfunctie) leert dat in groep 6 (theoretisch de beste) minder arbeid in loondienst wordt verricht en dat procentueel het aandeel duurzame werklozen groter is.

Beschouwing en conclusies

In de literatuur konden geen gegevens worden gevonden met betrekking tot vrije tijdbesteding van personen met een plexus brachialisletsel. De algemene indruk wordt gewekt dat het ongeval in zijn algemeenheid geen grote gevolgen voor de vrije tijdbesteding heeft gehad; het niet uitoefenen van een hobby wordt i.h.a. door de onderzochte personen niet toegeschreven aan het ongeval. Er blijken wel verschillen aantoonbaar tussen de diverse subgroepen. Krachtverlies wordt significant vaker als een beperking ondervonden in de groep personen met een afunctionele arm. Verlies aan sensibiliteit wordt ook hier aangevoerd als een sterke belemmering t.a.v. vrije tijdbesteding, met name voor de groepen die bestaan uit individuen met een afunctionele arm of een afunctionele hand. In mindere mate werd verandering van dominantie en pijn als een beperking ondervonden. Dit gold vooral voor de personen met een afunctionele arm. Vanwege het feit dat het aantal gegevens relatief klein is, is het niet goed mogelijk om op betrouwbare wijze een uitspraak te doen. De indruk wordt gewekt dat tussen de meeste groepen geen verschillen aanwezig zijn. Door de grotere kwetsbaarheid van de hand bij verlies aan protectieve sensibiliteit lijkt de groep gekenmerkt door functionerende schoudermusculatuur en een afunctionele hand, op een lager niveau te functioneren dan de groep gekenmerkt door een schouderarthrodese en handfunctie.

Het feit dat het aantal sportbeoefenaars is teruggelopen met 15% na het ongeval doet vermoeden dat waarschijnlijk alle groepen een negatief effect van het letsel ondervinden behalve mogelijk de groep die gekenmerkt wordt door het beste spontane herstel. Ondanks het relatief grote aantal personen dat na het ongeval geen sport meer beoefent, schrijft toch een minderheid dit toe aan het letsel. Alle personen lijken enigermate invloed te ondervinden van de belangrijkste functiestoornissen als kracht- en sensibiliteitsverlies. Tussen de groepen onderling was geen opmerkelijk significant verschil vast te stellen behalve tussen de groepen 2 en 6, waarbij de sensibiliteitsstoornis de groep met afunctionele hand het meest parten speelt. Dit hangt samen met de grotere vulnerabiliteit bij sportbeoefening. Vanwege echter het feit dat het aantal gegevens ook hierbij relatief klein is, is het niet verantwoord een stellige uitspraak te doen.

Ook t.a.v. sportbeoefening zijn de literatuurgegevens sumier. Ransford ('77) vond dat geen enkele persoon met een flail arm sport beoefende. Dit is in tegenspraak met de gegevens uit het eigen onderzoek waaruit blijkt dat van de personen met een flail arm er 8 (50%) sport beoefenen. Andere gegevens hebben louter betrekking op personen bij wie een amputatie van de arm had plaats gevonden (Malone e.a. '82) zodat vergelijking niet mogelijk is.

Krachtverlies is een stoornis die bij alle onderzochte groepen een duidelijk negatief effect heeft op de werkmogelijkheden.

Werk en werkhervatting wordt slechts door 2 auteurs onderzocht: een auteur verrichtte zijn

onderzoek bij personen bij wie een armamputatie had plaats gevonden (Malone e.a. '82). De gegevens van Brewerton e.a. ('71) echter laten zich goed vergelijken met het eigen onderzoek. Uit zijn onderzoek bleek dat 10 % van de patienten bij het werk hinder ondervond van pijnklachten. Uit het eigen onderzoek blijkt dat minimaal 14% van de onderzochte groepen hierdoor gehinderd wordt. Het hoogste percentage bedraagt 55% hetgeens van toepassing op de groep met schouderarthrodese en met handfunctie. Het is niet reëel te verwachten dat 57% van de personen met een plexus brachialis letsel duurzaam ongeschikt voor werk wordt verklaard. Vergeleken met de landelijke CBS statistieken (tabel 9.5) moet echter wel worden vastgesteld dat er een groter aantal personen arbeidsongeschikt blijkt dan het landelijk gemiddelde, nl. 6%. Van de 98 ondervraagden geeft 64% stellig te kennen dat de nieuwe maatschappelijke functie rechtstreeks het gevolg is van het ongeval. 24 Personen (34%) heeft begeleiding van de GMD gehad terwijl 36 personen (56%) op eigen initiatief een nieuwe maatschappelijke functie hebben verworven. Dit komt overeen met de gegevens van Brewerton e.a. ('71), waaruit blijkt dat circa 30% in zijn oorspronkelijke functie terugkeert. Volgens hem keert 50% in het algemeen (weer) met succes op de arbeidsmarkt terug. Het onderwijs buiten beschouwing latend en werk in WSW verband erbij betrekking, komt dit overeen met de eigen gegevens, nl. een percentage van 56. Compensatie voor inkomensderving op basis van duurzame arbeidsongeschiktheid komt in het onderzoek van Brewerton voor in 38%, hetgeen een groter aantal impliceert dan de eigen gegevens (22%). Wel moet rekening worden gehouden met het feit dat in het Engelse onderzoek geen gegevens worden verstrekt over scholieren, terwijl uit eigen onderzoek blijkt dat dit een substantieel deel uitmaakt van de totale populatie.

Zoals in dit hoofdstuk beschreven doet zich het merkwaardige verschijnsel voor dat de groepen met een schouderarthrodese "slechter" functioneren dan vergelijkbare groepen zonder stabiele schouder, terwijl er een duidelijk positief effect aanwezig is m.b.t. vaardigheden, zoals blijkt uit hoofdstuk 11. Mits voorzien van een afunctionele hand is de groep met schouderarthrodese beter af. Dit zou kunnen wijzen op het feit dat het maatschappelijk functioneren van meer factoren afhankelijk is dan louter de beperkingen in het persoonlijk functioneren. Een voorbeeld kan zijn dat de procedure rond een schouderarthrodese weer extra ziekteverzuim met zich meebrengt. Essentieel is in dit kader het gegeven dat iemand niet als duurzaam arbeidsongeschikt wordt beschouwd zolang er geen sprake is van een (medische) eindtoestand. Het gevolg is dat geen stappen worden ondernomen m.b.t. begeleiding bij (her/om)scholing. Er is weinig verbeeldingskracht voor nodig om in te zien dat een situatie waarin afwachten een grote rol speelt en waarin tegelijkertijd dient te worden gestreefd naar zo spoedig mogelijke reïntegratie, funest is voor motivatie en de definitieve (functionele) mogelijkheden.

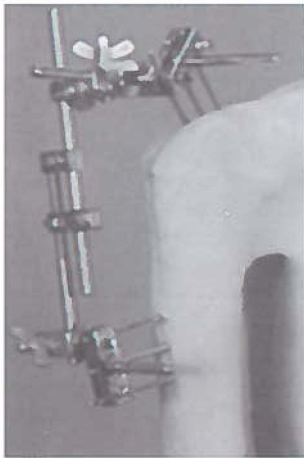
Vergeleken met de sumiere buitenlandse gegevens kan worden geconcludeerd dat de persoon met een plexusletsel een verhoogd risico loopt op duurzame werkloosheid, dat minstens 50% uiteindelijk de arbeidsmarkt betreedt en dat van een adequate (re)integratie niet kan worden gesproken wanneer men noodgedwongen op grond van de vigerende regelgeving niet mag werken.

HOOFDSTUK 13

De schouderarthrodese

De lichamelijke effecten

Van de 98 personen in de onderzoekspopulatie werd bij de 23 individuen een schouder arthrodese uitgevoerd vanwege paralytische schoudermusculatuur leidend tot instabiele schouder, ongeacht de handfunctie en ongeacht de functie van de m. serratus anterior. Het betrof derhalve een indicatie op grond van lichamelijke stoornissen. De ingreep werd bij 20 personen uitgevoerd door de Afdeling Orthopedie van het Academisch Ziekenhuis te Groningen, terwijl bij 3 individuen de ingreep in een perifeer ziekenhuis plaats vond. Bij de personen die werden geopereerd door de Afdeling Orthopedie van het Academisch Ziekenhuis werd gebruik gemaakt van een externe fixateur ter fixatie van humerus en scapula. Ter immobilisatie werd gebruik gemaakt van een modulaire borst-armorthese (zie fig. 13.1).



A



B



C

Fig. 13.1. Afbeelding A geeft de externe fixateur weer in situ, afbeelding B het bijbehorende röntgenbeeld en afbeelding C geeft een indruk omtrent de ondersteunende borst-armorthese.

Bij 2 personen (9%) werd de schouderarthrodese gecombineerd met een onderarmamputatie om redenen die in de jaren '70 algemeen waren geaccepteerd, nl. dat men een afunctionele arm die bovendien vulnerabel is wegens verlies aan protectieve sensibiliteit, beter kwijt kon zijn (Yeoman e.a.'61, Fletcher '69, Wynn Parry '74). De prothesevoorziening betrof in beide gevallen een cosmetische prothese, mede vanwege het feit dat de arm volledig afunctioneel was.

Het gemiddelde tijdsverloop tussen ongeval en de arthrodese bedroeg 32 maanden. De periode fysiotherapie na de schouderarthrodese bedroeg gemiddeld 12 maanden in overigens wisselende frequenties, zodat het totaal aantal behandelingen niet was te traceren. Een fysiotherapeutische nabehandeling vond echter niet bij alle patiënten plaats. Bij 8 individuen (34%) werden complicaties geconstateerd. In tabel 13.1 wordt een overzicht gegeven van de ongewenste neveneffecten alsmede hun frequentie van voorkomen.

De diagnose pseudoarthrose/fibreuze ankylose werd gesteld op grond van de orthopedische dossiergegevens alsmede op grond van fysische diagnostiek, aangevuld met beoordeling van het röntgenbeeld. Het in eigen onderzoek vastgestelde percentage (totaal 8%) ligt vele malen lager dan de literatuurgegevens (varierend van 17% tot 77%, zie beschouwing). De fibreuze ankylose werd vooraf gegaan door stoornissen in de wondgenezing op basis van een infectie.

complicatie	aantal	percentage
pseudoarthrose	1	4
fibreuze ankylose	1	4
malunion	3	13
fractuur	4	17
scapula alata	7	30
infectie	1	4

Tabel 13.1. Lange termijn complicaties van de schouderarthrodese (N=23); meerdere combinaties zijn mogelijk.

De op klinische gronden gestelde diagnose malunion betrof in alle 3 gevallen een rotatie-deformiteit; in 1 geval ontstond hierdoor ernstige interferentie met de dagelijkse activiteiten. Fracturen waren gelocaliseerd in de scapulahals (1) en de humerus (3).

Tenslotte bleek bij 7 personen een scapula alata te zijn ontstaan (fig 13.2). De relatie tussen deze deformiteiten en de arthrodese-stand is in de literatuur beschreven en vormt een illustratie van de problematiek rond de standsbepaling (Barr '42, Rowe '74, Cofield '79). In tabel 13.2 worden medianen gepresenteerd met betrekking tot de arthrodese-stand en de functie van de (boven)arm. Hoewel na een arthrodese van de schouder een zuivere anteflexie en abductie niet meer mogelijk is, werd gevraagd deze bewegingen zo veel mogelijk te benaderen. De bewegingsuitslag werd vervolgens wel naar analogie met de normale beweging gemeten aangezien hiermee een indruk kan worden verkregen omtrent de maximale reikwijdte van de arm resp. hand.



Fig.13.2: de scapula alata



Fig. 13.3: de abductiefunctie na arthrodese

functie humerus	uitslag in graden
abductie in rust *	15
abductiestand arthrodese	30
max. actieve abductie *	70
anteflexie in rust *	10
max. actieve anteflexie	80
endorotatiestand in rust **	10

Tabel 13.2 De mediaan van diverse functies van de arm na arthrodese (N=23);

* = t.o.v. een verticaal gemeten, ** = t.o.v. het transversale vlak gemeten.

De abductie en anteflexiestand verschilt niet essentieel van die uit de literatuur (Barr '42, Cofield '79). Bij de bepaling van de abductiestand t.o.v. de mediale scapularand wordt duidelijk gewaakt voor overcorrectie; de lager uitvallende waarden vormen functioneel gezien geen beperkende factor en leiden mogelijk zelfs tot een minder vaak voorkomend scapula alata. Ook de mate van rotatie maakt een bescheiden indruk vergeleken met de literatuur (varierend van 15° tot 40° (Barr '42, Rowe '74)). Van de 23 geopereerde personen was bij 4 (17%) sprake van insufficiëntie van de m. serratus anterior, terwijl bij één persoon deze spier zelfs paralytisch was. Bij het naonderzoek bleek dat gegevens omtrent functie van de scapulamusculatuur niet in alle gevallen systematisch werden onderzocht en/of geregistreerd. Klinisch is de spierkracht van de m.serratus ant. niet alleen moeilijk te testen bij een paralytische schouder, het meten van de spierkracht volgens MRC normen is eveneens moeilijk of onmogelijk. De gebruikelijke test voor de m. serratus ant. waarbij men met 90° geheven schouders tegen een weerstand aandrukt is niet uitvoerbaar. Derhalve werd hiervan een gemodificeerde versie toegepast, waarbij de onderzoeker de bovenarm (passief) in 90° anteflexie brengt en de patient vraagt om de elleboogpunt met kracht naar voren (tegen de onderzoeker) te duwen. De mate waarin een scapula alata ontstaat is dan een maat voor de uitval van de m. serratus ant. Een EMG onderzoek van de m. serratus ant. vond veelal plaats in het beginstadium in het kader van diagnostiek alsmede in het kader van de planning van verdere reconstructieve behandeling, doch werd ook toegepast ter ondersteuning van het klinische oordeel omtrent de mate van uitval.

Functionele effecten

Twee individuen werden van verder onderzoek uitgesloten daar zij een amputatie van de arm hadden ondergaan volgens de toenmalige normen (Fletcher '69, Wynn Parry '74). Aan de resterende 21 arthrodesepatienten werd gevraagd aan te geven op welke gebieden zij vonden dat de ingreep een positief effect had. Hierbij is een functioneel onderscheid gemaakt tussen verschillende groepen zoals in hoofdstuk 8 is beschreven. Hierbij wordt onderscheid gemaakt tussen individuen met afunctionele arm/hand (tabel 13.3) en individuen met rest- (hand)functie (tabel 13.4).

ACTIVITEIT	RESULTAAT		
	licht verbeterd	sterk verbeterd	% verbetering
houding in bed	-	-	-
sexuele omgang	2	-	16
hand in broekzak	-	-	-
kosmetiek	7	4	91
eten/drinken	-	-	-
aan-/uitkleden	5	7	100
wassen	6	5	91
toiletgang	-	-	-
fietsen	3	5	66
autorijden	5	3	66
lopen	1	9	83
hardlopen	1	8	75
sportbeoefening	2	5	58
hobby	-	-	-
kracht m.biceps	7	1	66

Tabel 13.3. De functionele verbetering door schouderarthrodese bij personen met een flail arm (Groep 5, N=12).

Gebieden waarop opvallende verbetering wordt aangegeven zijn de subjectief beleefde cosmetiek (91%) en lopen (83%). In mindere mate wordt verbetering aangegeven t.a.v. hardlopen (75%), fietsen (66%), autorijden (66%) en de kracht van de armbuigers. Geen verbetering werd geconstateerd t.a.v. de houding en het positioneren in bed, de hand in de broekzak steken, eten/drinken, toiletgang en het uitoefenen van een hobby.

ACTIVITEIT	RESULTAAT		
	licht verbeterd	sterk verbeterd	% verbetering
houding in bed	2	4	67
sexuele omgang	2	5	78
hand in broekzak	2	2	44
kosmetiek	4	4	89
eten/drinken	4	2	67
aan-/uitkleden	4	4	89
wassen	4	2	67
toiletgang	3	2	56
fietsen	2	7	100
autorijden	5	2	78
lopen	1	7	89
hardlopen	4	4	89
sportbeoefening	-	3	33
hobby	1	1	22

Tabel 13.4. Functionele verbetering door schouderarthrodese bij personen met rest(hand)functie (Groep 6, N=9).

Een duidelijke verbetering wordt aangegeven t.a.v. fietsen (100%), de cosmetiek (89%), aan-/uitkleden (89%), lopen en hardlopen (89%) en in mindere mate de houding en positioneren in bed (67%), seksuele omgang (78%), eten/drinken, lichaamshygiene (67%) en autorijden (78%).

In het algemeen kan worden gesproken van een functionele verbetering voor beide groepen. Aspecten waarvan een duidelijk subjectief ervaren verbetering werd aangegeven betroffen aan-/uitkleden, lichaamshygiene, lopen, hardlopen, fietsen en het cosmetisch aspect. Een opvallend gegeven is de verbetering die wordt geconstateerd bij het buigen van de elleboog.

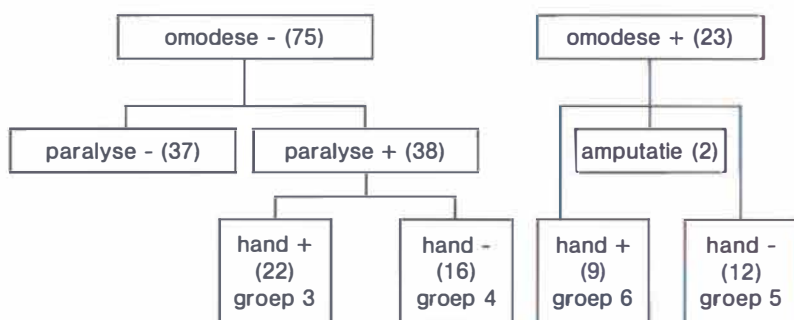


Fig. 13.4 Een schematisch overzicht van de patiëntselectie ten behoeve van het onderzoek naar de functionele effecten van de schouderarthrodese. Zie verklaring in de tekst.

Van groot belang wordt geacht de functionele meerwaarde van een schouderarthrodese. Daartoe werd de groep personen met schouderarthrodese vergeleken met een groep zonder arthrodese, doch met een paralytische schouder. Deze laatste groep van 38 individuen fungeert dus als controlegroep. Daar verschillen tussen deze groepen in principe kunnen berusten op verschil in handfunctie, werden beide groepen opnieuw verdeeld: een subgroep met positieve handfunctie en een subgroep zonder handfunctie (zie figuur 13.4). Groepen 3 en 6 kregen dezelfde vragen te beantwoorden evenals de groepen 4 en 5. De algemene teneur in de vragen betrof de hinder die men bij bepaalde activiteiten van de aangedane arm ondervond. Voor de integrale vragenlijst wordt verwezen naar het appendix. Eventuele verschillen met hun significantieniveau werden berekend m.b.v. de Mann-Whitney toets en weergegeven in tabel 13.5.

Uit tabel 13.5 blijkt dat de schouderarthrodese in een aantal groepen een verbetering teweeg brengt. Voor de groepen zonder handfunctie geldt dit t.a.v. de lichaamshygiene, het aan-/uitkleden en sportbeoefening. Voor de groep met handfunctie is verbetering te constateren bij de meer typische handvaardigheden.

ACTIVITEIT	RESULTAAT	
	zonder handfunctie (groep 5 beter dan 4)	met handfunctie (groep 6 beter dan 3)
houding in bed	-	-
sexuele omgang	-	-
hand in broekzak	-	-
eten/drinken	-	-
wassen	(p<0,05)	-
aan-/uitkleden	(p<0,05)	-
toiletgang	-	-
kranen hanteren	-	(p<0,05)
voorwerpen hanteren	-	(p<0,05)
deuren openen	-	(p<0,05)
fietsen	-	-
autorijden	-	-
sportbeoefening	(p<0,05)	-
hobby	-	-
werk	-	-

Tabel 13.5. Het verschil in functionele mogelijkheden bij patiënten met schouderarthrodese (N=21) en zonder schouderarthrodese (N=38), waarbij getoetst is dat groep 5 beter functioneert dan groep 4 en groep 6 beter dan groep 3.

Beschouwing

Een oefentherapeutische behandeling na volledige consolidatie van de arthrodese is zeer aan te bevelen met als doel:

- 1 - inzicht geven in het nieuwe bewegingsmechanisme
- 2 - activeren van de m. serratus ant.
- 3 - activeren van de overige scapula fixerende musculatuur indien de m. serratus ant. paralytisch is

Op deze wijze heeft men de grootste kans een optimaal rendement van deze ingreep te bewerkstelligen. Een kortere behandeling dan de meest voorkomende van 12 maanden is te verkiezen waarbij op theoretische gronden enige maanden als voldoende kan worden beschouwd.

Uit de resultaten van diverse onderzoekers blijkt het verhoogde risico op fracturen. Doordat de kinetische keten schoudergordel(scapula)-humerus- onderarm-hand een scharnierpunt ontbreekt (het glenohumerale gewricht), is het verklaarbaar dat tijdens een val en de ermee gepaard gaande opvangreactie een ander krachtspel ontstaat t.g.v. een langere hefboomwerking.

AUTEUR	N	FRACTUUR	PSEUDOARTROSE	MALUNION	INFECTIE
Barr e.a.'42	101	-	77	-	-
Fontijne '65	56	3	17	-	24
Cofield e.a.'79	21	24	0	-	0
Pronk '81	18	33	17	-	-
Emmelot '94	23	17	8	13	0

Tabel 13.6. De prevalentie van complicaties (in procenten) na schouderarthrodese vergeleken met andere onderzoekers (voor verklaring zie tekst).

Een fractuur zal dan relatief gemakkelijk kunnen ontstaan mede gezien in het licht van een vaak niet onaanzienlijke osteoporose. Er bestaat een groot verschil in prevalentie met Fontijne. Een belangrijke verklaring ligt mogelijk in de samenstelling van de onderzoekspopulatie: deze betrof bij Fontijne een vrij heterogene groep met pathologie zoals reumatoïde arthritis, arthrosis deformans en paralytische omstandigheden. Hiermee kan samenhangen dat er verschil in leeftijd bestaat en derhalve verschil in activiteitenpatroon, c.q. belasting. De overige gegevens uit de tabel zijn herleid tot paralytische condities, waarbij verschillen tussen diverse onderzoekers blijven bestaan. De kleine aantallen maken deze verschillen weliswaar relatief, doch mogelijk dat aspecten als immobilisatieduur en fixatie in een grotere abductie- en/of anteflexiehoek plaats vond zodat bij een val een groter inwerkend moment ontstaat. Helaas bleek het niet mogelijk hierover harde gegevens te verkrijgen. Deze verhoogde kans op fracturen dient eveneens te worden betrokken in de voorlichting omtrent de ingreep.

Opvallend is het nogal uiteenlopen van het percentage pseudoarthrose. Het in eigen onderzoek vastgestelde percentage (8%) ligt vele malen lager dan de literatuurgegevens die variëren van 17-77%. De verklaring hiervoor kan zijn gelegen in het feit dat in de loop der jaren de operatietechniek is verbeterd en dat er sprake is van een veranderde indicatiestelling en patientenselectie. Het kan ook samenhangen met de wijze van immobilisatie, de duur van de immobilisatie en het ontstaan van een infectie. De duur van de immobilisatie speelt bij voorbeeld een rol bij de populatie van Barr e.a.. Ruim 33% van zijn patienten betrof kinderen van 10 jaar en jonger (waarvan 40% met een pseudoarthrose!) bij wie de postoperatieve immobilisatie aanzienlijk korter was dan bij volwassenen gebruikelijk was. Het resultaat kan eveneens afhangen van de mate van inactiviteitsosteoporose. Deze osteoporose, in het algemeen een laat gevolg van inactiviteit en van (vegetatieve) denervatie, neemt toe naarmate de tijd tussen het ongeval en de ingreep groter wordt. De mediaan van dit delay bedraagt in het eigen onderzoek ruim 31 maanden. Het is aannemelijk dat een aanzienlijke bekorting van dit delay een gunstige invloed zal hebben op het ontstaan van complicaties. Bovendien is uit het oogpunt van resocialisatie aannemelijk dat een spoedige afhandeling van alle therapeutische procedures gewenst is. De praktische consequentie van dit alles is dat in een zo vroeg mogelijk stadium zekerheid zou moeten bestaan omtrent de prognose t.a.v. het herstel van spierfunctie, in het bijzonder die van de schouderabductoren.

Bij 3 individuen was sprake van een malunion: één rotatiedeformiteit en twee maal een te grote abductiestand. De relatie tussen de arthrodesestand en de stand van de arm t.o.v. het lichaam wordt in de literatuur duidelijk aangegeven (Barr '42, Rowe '47, Cofield '79); de eigen bevindingen illustreren het belang van een eenduidige standbepaling. Het relatief grote verschil met een nederlands onderzoek is waarschijnlijk gelegen in het feit dat daarin een vrij heterogene groep is onderzocht met uiteenlopende diagnosen (Fontijne '65). In het algemeen wijken de gegevens omtrent de mobiliteit (tabel 13.2) niet af van die uit de literatuur (Barr e.a. '42, Rowe '74, Cofield e.a. '79). Een maximale anteflexie van 80 graden lijkt een fraai resultaat, doch in praktijk zal deze uitslag zeer vaak niet noodzakelijk zijn, met name voor de groep met een compleet en totaal plexusletsel. Het geeft daarom ook meer inzicht in de functie van de m. serratus anterior. Bij een mindere functie betekent dit dus niet dat de ingreep als mislukt moet worden beschouwd! Het doel van de schouderarthrodese moet immers niet zijn verbetering van lichamelijke functie, doch verbetering en verkrijgen van vaardigheden. Een scapula alata werd door geen van de onderzochte personen als bezwaarlijk vastgesteld, alhoewel een duidelijk verband aanwezig is met de anteflexiestand van de arthrodese. Door de hefboomwerking van de humerus (door het gewicht van de arm) wordt de angulus inferior naar boven geheveld. Naarmate deze hoek groter is zal de scapula alata meer uitgesproken zijn. Ook in ander nederlands onderzoek bleek de subjectief beleefde hinder hiervan verassend laag (Pronk '82). Het feit dat 20/21 (95 %) geen spijt heeft van de schouderarthrodese zegt al voldoende

over het nut van deze ingreep bij irreversibel plexusletsel. Uit tabel 13.3 blijkt dat vooral ook personen met een volledig paralytische arm baat hebben bij deze ingreep en dat de voordelen met name liggen op het gebied van ADL activiteiten, lopen, hardlopen en cosmetiek. De voordelen van de schouderarthrodese bij personen met handfunctie liggen met name op het gebied van de houding in bed, cosmetiek, ADL, vervoersaspecten, lopen en hardlopen. Helaas blijken deze gegevens niet goed te vergelijken met die uit de literatuur. Zo onderzoekt Barr e.a. ('42) slechts enkele functionele facetten zoals het gemak bij aantrekken van een jas en stabilisatie van de hand. Cofield gaat in elk geval een stuk verder door 6 activiteiten van het dagelijks leven te onderzoeken. Hij maakt echter geen onderscheid tussen aanwezige of niet-aanwezige handfunctie, noch krijgt de lezer inzicht in de wijze waarop de vragen zijn gesteld. Toch is de algemene teneur een subjectieve verbetering bij aan-/uitkleden, persoonlijke hygiëne, slapen op de aangedane zijde, eten, haren kammen en het optillen van een voorwerp met de onderarm (Cofield e.a. '79). Vergeleken met een controlegroep bestaande uit personen met een paralytische schouder doch zonder schouderarthrodese blijkt er een significante verbetering te ontstaan in functionaliteit. De verbetering ligt vooral op het gebied van ADL, sportbeoefening en specifieke handfuncties hetgeen kan betekenen dat de functionele mogelijkheden in de weinige literatuur die hierover aanwezig is (Barr e.a. '42, Cofield e.a. '79), worden onderschat.

Opmerkelijk is dat de insufficiëntie van de m. serratus anterior niet bepalend blijkt voor het functionele resultaat: alle personen met een flail arm (en derhalve parese van de m. serratus anterior) gaven duidelijk een verbetering aan in functionele mogelijkheden zoals hierboven beschreven, terwijl geen enkele klacht na de schouderarthrodese werd geuit. Dit komt niet overeen met de regelmatig geuite mening dat functionerende scapulafixerende musculatuur een voorwaarde is voor schouderarthrodese (Barr e.a. '42, De Palma '73).

Tenslotte dient te worden vermeld dat de wijze van voorlichting mede bepalend lijkt of een persoon de ingreep laat verrichten. In de grofweg eerste helft van de onderzoeksperiode vond de voorlichting mondeling plaats, in de tweede helft d.m.v. een videofilm waarin een persoon die een schouderarthrodese heeft ondergaan, zelf de voordelen vertelt. De meeste personen (27, 73%) die een schouderarthrodese hebben afgewezen ondanks een paralytische schouder, bleken in die eerste periode (circa 1975-1980) te zijn voorgelicht. Door allen werden als argumenten aangegeven dat er geen klachten bestonden en dat zij niet waren te overtuigen van de voordelen van een schouderarthrodese. In de literatuur zijn geen gegevens voor handen die enig inzicht geven in de wijze waarop patienten omtrent een schouderarthrodese worden voorgelicht.

Conclusies en aanbevelingen:

De schouderarthrodese is een zeer nuttige (re)constructieve ingreep bij personen met een irreversibele uitval van de schoudermusculatuur.

Op grond van de boven beschreven gegevens blijkt geheel of gedeeltelijk uitval van de m. serratus anterior geen contraindicatie voor de schouderarthrodese te vormen.

Alle personen met een "flail arm" hebben baat bij een schouderarthrodese, mits de ingreep technisch goed wordt uitgevoerd. Personen met een schouderarthrodese bezitten een significant grotere functionaliteit dan personen met een paralytische schouder, doch zonder schouderarthrodese.

De voordelen van een schouderarthrodese liggen vooral op het gebied van cosmetiek, ADL activiteiten, lopen, hardlopen en in mindere mate op het gebied van sportbeoefening.

Een verhoogde kans op het ontstaan van fracturen is inhaerent aan de schouderarthrodese.

Bij het bepalen van de arthrodese-stand moet de juiste volgorde ter bepaling van de arthrodese-stand worden betracht ter voorkoming van rotatiedeformiteiten (zie ook hoofdstuk 6).

Het verdient aanbeveling in het kader van patientenvoorlichting gebruik te maken van meer anschouwelijke methoden zoals videodemonstratie.

HOOFDSTUK 14

Hulpmiddelen

Binnen de Werkgroep voor Perifere Zenuwletsels was en is het de gewoonte patiënten met een paralytische schouder uit te rusten met een draagorthese, ontwikkeld door de Afdeling Werktuigbouw, Meet- en Regeltechniek van de T.U. Delft in samenwerking met het Revalidatiecentrum "De Hoogstraat" te Utrecht. Deze orthese draagt de naam WILMER draagorthese (zie fig 6.1) en werd bij 27 van de 98 onderzochte personen (28%) voorgeschreven. De fabricatie vond aanvankelijk bij sommigen plaats aan de T.U. te Delft en later in de orthopedische werkplaats van de Stichting "Noord Nederland" te Haren. De nacontrole vond in het algemeen plaats op de Polikliniek Revalidatie van het Academisch Ziekenhuis te Groningen.

Van deze 27 individuen staakten in de loop van de tijd 23 (85%) het gebruik van de orthese; bij 21 hiervan (91%) gebeurde dit wegens een schouderarthrodese welke na verloop van enige tijd werd gecombineerd met een elleboog-hand orthese.

2 Patiënten staakten het gebruik in verband met amputatie van de onderarm.

Gevraagd naar de subjectieve verbetering bij dagelijkse activiteiten werd in het algemeen een matig tot redelijk resultaat gepresenteerd. De teneur van de vragen betrof de positieve invloed van de orthese op een aantal alledaagse activiteiten. Voor de integrale vragenlijst wordt verwezen naar het appendix. In tabel 14.1. wordt een overzicht gegeven van de subjectieve verbetering door de WILMER draagorthese bij 27 personen. Het grote aantal 0-scores t.a.v. hobby en sportbeoefening in de tabellen 14.1 en 14.2 is toe te schrijven aan het grote aantal personen dat geen actieve vrije tijdsbesteding blijkt te hebben.

Het blijkt dat 26 individuen (96%) een duidelijk (positief) effect vaststelden bij (huishoudelijk) werk en bij ADL. Wanneer alle personen die de bewuste activiteit niet uitvoeren, (categorie "n.v.t.") buiten beschouwing worden gelaten, dan kan men afleiden dat alle personen baat hebben van de orthese bij het uitoefenen van een hobby (100 %) en bij autorijden (72 %). In mindere mate ervaart men voordelen bij sport (9, 69 %) en bij fietsen (16, 66 %).

Wat betreft de klachten en ongemakken konden van de huidige 4 gebruikers er 3 aangeven dat er een verhoogde kledingslijtage aanwezig was (75%). Alle 4 huidige gebruikers hadden nog immer hinder van het feit dat de orthese moeilijk op de juiste plaats gefixeerd kon blijven. De 23 personen die het gebruik hadden gestaakt konden zich onvoldoende betrouwbaar nadelige eigenschappen herinneren.

activiteiten	beoordelingsklasse			
	0	1	2	3
werk/huishouden	0	1	20	6
ADL	0	1	20	6
hobby	14	0	7	6
sport	9	9	9	0
fietsen	3	8	16	0
autorijden	2	7	18	0

Tabel 14.1. De subjectieve verbetering door de WILMER draagorthese
(0=n.v.t., 1=geen, nooit, 2=soms, enigzins, 3=vaak, altijd, N=27)

Nadat wegens een paralytische schouder een schouderarthrodese was verricht werd in situaties waarin sprake was van een instabiele onderarm, voornamelijk op basis van een paralytische m. biceps, bij 21 individuen (21%) overgegaan tot verstrekking van een WILMER elleboogorthese (zie fig. 6.2). Bij 8 personen hiervan (38%) blijkt het gebruik inmiddels te zijn gestaakt.

Aan de huidige 13 gebruikers (62%) werd de subjectieve mening gevraagd omtrent het verrichten an alledaagse activiteiten (zie tabel 14.2). In zijn algemeenheid werd gevraagd of de elleboogorthese bijdroeg aan het gemak waarmee alledaagse activiteiten werden uitgevoerd. Voor gedetailleerde vragen wordt verwezen naar het appendix.

activiteiten	beoordelingsklasse			
	0	1	2	3
werk/huishouden	0	4	3	6
ADL	0	4	5	4
hobby	2	4	3	4
sport	8	3	1	1
fietsen	6	2	2	3
autorijden	1	2	6	4

Tabel 14.2. De subjectieve functionele verbetering door de WILMER elleboogorthese bij actuele gebruikers
(0=n.v.t., 1=geen, nooit, 2=soms, enigzins, 3=vaak, altijd, N=13)

Een positief effect van de elleboogorthese wordt aangegeven door 10 personen t.a.v. autorijden (91 %) en 5 personen t.a.v. fietsen (71 %). In mindere mate merkte men een positieve uitwerking bij uitoefenen werk en ADL (beide 69 %) en het uitoefenen van een hobby (64 %). Geen invloed van betekenis kon worden toegeschreven aan sportbeoefening (40 %).

Bij 8 individuen werd het gebruik van de elleboogorthese gestaakt om meerdere redenen. Bij 2 personen (25 %) gebeurde dit in verband met verbetering van de spierkracht in de m. biceps. Deze personen konden duidelijk een spierkrachtverbetering vaststellen na de schouderarthrodese. Bij 6 (75 %) was het bij herhaling ontstaan van decubitus aan onderarm en/of hand aanleiding om het gebruik te staken. Ook bij de huidige (13) dragers konden diverse klachten worden geregistreerd, waarvan het ontstaan van drukplekken en reparatiegevoeligheid van de orthese de voornaamste waren. In tabel 14.3 wordt een overzicht van de geuite klachten, vastgelegd bij alle 21 elleboogorthesegebruikers, gepresenteerd.

Van de 38 personen met een paralytische schouder dragen er 4 ten tijde van het naonderzoek een WILMER draagorthese. Van de overige 34 personen dragen er 13 individuen (34%) een ander hulpmiddel dan de beschreven orthesen. Geen van deze werd gecombineerd gedragen met een WILMER orthese. Van deze 34 personen droegen er 4 een mitella (12%), 4 een (hemi)sling (12%), en 2 personen (6%) een pols (cock up) orthese. De overige 4 personen droegen een zelfgemaakte (!) onderarm-pols-handorthese (2), een Roehampton elleboogorthese (1) en een handschoen (1).

aard klacht	aantal	percentage
reparatiegevoelig	4	19
decubitus	6	29
ongemak bij dragen	1	5
slechts 1 fixatiestand	1	5
angst bij vallen	1	5

Tabel 14.3. De prevalentie van subjectieve klachten bij actuele gebruikers van de WILMER elleboogorthese (N=13).

Beschouwing

In functioneel opzicht lijkt er geen groot "over all" verschil te bestaan tussen het gebruik van de WILMER-draagorthese en de WILMER-elleboogorthese. In het algemeen kan worden gesteld dat beiden voorzien in een behoefte; het zwaartepunt t.a.v. de voordelen van de draagorthese ligt vooral op het werk, ADL, hobby en autorijden, terwijl het zwaartepunt t.a.v. de voordelen van de elleboogorthese ligt op autorijden en fietsen en in mindere mate op werk en ADL, doch dit verschil lijkt niet significant. Daar immers het indicatiegebied verschillend is moet enige terughoudendheid worden betracht bij het vergelijken van de effecten tussen beide "draagorthesen".

Vergelijking met literatuurgegevens is niet mogelijk daar geen effectonderzoek bij de WILMER produkten is toegepast.

Opvallend is het verschijnsel dat relatief weinig waarde aan de orthese kan worden toegekend t.a.v. sportbeoefening. De verklaring zou kunnen zijn dat bij deze activiteiten meer hinder van de orthese wordt ondervonden, aangezien aan de fitting aan het lichaam hogere eisen moeten worden gesteld. Mogelijk dat men al snel eerder hinder dan gemak heeft van de apparatuur.

Het opmerkelijk positieve effect op autorijden moet waarschijnlijk worden toegeschreven aan stabilisatie van de onderarm in 90 graden gebogen stand waarmee in de auto diverse handelingen zijn te verrichten (zie figuur 14.1 A en B).

Eveneens is het klachtenpatroon over beide orthesen opmerkelijk. De draagorthese valt ondanks het relatief kleine aantal actuele dragers (4) op door de verhoogde kledingslijtage (3) en de fittingproblematiek (4). De elleboogorthese is vooral verantwoordelijk voor decubitus (6) en defecten (4) waardoor de bedrijfszekerheid uiteraard ook wordt aangetast. In alle 4 de gevallen was er sprake van breuk van de snaar die onderdeel vormt van het veermechanisme van het elleboogscharnier. Ten tijde van het naonderzoek blijkt het scharniermechanisme inmiddels te zijn verbeterd: de snaar is vervangen door een elastieken veermechanisme.

Conclusie en aanbevelingen:

Concluderend kan worden gesteld dat, uitgaande van een verschillend indicatiegebied, beide orthesen in een behoefte voorzien, dat er een kleine verschuiving is met betrekking tot de praktische toepassing en dat de WILMER-draagorthese niet altijd een goede fitting vertoont. De WILMER-elleboogorthese dient op enkele punten te worden aangepast; het veermechanisme van het elleboogscharnier dient duurzaam te zijn en de onderarmschaal dient standaard te zijn gepolsterd.

*Figuur 14.1 A.
Achteraanzicht van een elleboogorthese
in situ.*



*Figuur 14.1 B.
Zijaanzicht van een
elleboogorthese in situ bij
anteflexiestand van de arm*

HOOFDSTUK 15

Samenvatting en conclusies

DEEL 1: Het voorbereidende onderzoek

In dit onderzoek staat de beschadiging van de plexus brachialis ten gevolge van een ongeval centraal. Vanuit revalidatiegeneeskundig gezichtspunt is inzicht in de factoren die het functioneren bepalen noodzakelijk, daar dit inzicht uiteindelijk therapeutische procedures kan beïnvloeden. Door middel van een retrospectief opgezet onderzoek werden systematisch stoornissen, beperkingen en handicap geanalyseerd, de factoren die hierop van invloed zijn, alsmede bijzondere fenomenen als kruisinnervatie, de schouderarthrodese en lichaamsgebonden hulpmiddelen.

Het eerste deel van het onderzoek vormt de voorbereiding op het eigen onderzoek en bestaat voor een belangrijk deel uit literatuuronderzoek. In het tweede deel wordt een overzicht gegeven van de gevolgde werkwijze, de resultaten en de eindconclusies.

In de **inleiding** wordt het kader aangegeven waarbinnen het onderzoek zich afspeelt en worden de klinische vragen geformuleerd welke in het verdere onderzoek worden uitgewerkt en beantwoord.

In **hoofdstuk 1** worden de relevante morfologische aspecten beschreven, waaronder de functioneel anatomische.

Hoofdstuk 2 bevat een overzicht van de epidemiologische gegevens alsmede een overzicht van de diverse vormen van classificatie die de basis vormen van selectie bij diagnostiek en behandeling.

In **hoofdstuk 3** wordt ingegaan op de gevolgen van zenuwdenervatie, reïnnervatie en de relatie met het klinische herstel. De relatie wordt gelegd tussen zenuwbeschadiging en het ontstaan van kruisinnervatie.

Hoofdstuk 4 geeft het ongevalsmechanisme weer hetgeen belangrijke consequenties heeft voor diagnostiek, behandeling en prognose. Het blijkt dat consensus het meest ontbreekt bij de groep patiënten waarbij sprake is van een tractieletsel.

In **hoofdstuk 5** worden de gangbare diagnostische methoden beschreven. In het bijzonder wordt nader ingegaan op het elektrofysiologisch onderzoek.

In **hoofdstuk 6** wordt een overzicht gepresenteerd van de belangrijkste aspecten rond de behandeling. Hierbij wordt onderscheid gemaakt tussen de behandeling van het zenuwletsel in het relatief vroege stadium en de behandeling van blijvende functiestoornissen in een relatief laat stadium. Conservatieve aspecten van de behandeling worden beschreven.

Hoofdstuk 7 bevat gegevens die van belang zijn voor de beoordeling van de prognostiek.

DEEL 2: Het eigen onderzoek.

In **hoofdstuk 8** wordt een inleiding gegeven omtrent enkele in de revalidatiegeneeskunde gangbare termen, de opzet van het onderzoek en de wijze waarop het onderzoek is uitgevoerd. Tevens wordt nader ingegaan op de toegepaste methoden van onderzoek, waarvan de kern wordt gevormd door een dossier- onderzoek, een klinisch onderzoek alsmede een interview.

In **Hoofdstuk 9** wordt een beschrijving gepresenteerd van de onderzochte populatie, die wordt gevormd door 90 jonge mannen en 8 jonge vrouwen in de leeftijd van 16 - 25 jaar (74%). Ten tijde van het ongeval werkt 54% in loondienst en volgt 36% nog onderwijs. Bij de toedracht is vrijwel altijd een motorvoertuig op twee wielen betrokken (75%); bovendien vinden de meeste ongevallen plaats in de vroege nachtelijke uren (50%) of in de avondspits (39%).

In **hoofdstuk 10** wordt uitvoerig de rol van functiestoornissen behandeld. Voorbeelden zijn sensibiliteitsstoornissen in de hand (met name anaesthesie), spierkrachtverlies en -herstel, contractuurvorming, kruisinnervatie, vegetatieve dysregulatie en denervatie, statiekafwijkingen en verandering van dominantie.

Dit onderzoek toont aan dat klinisch gemeten **spierkracht** na 2 jaar zijn maximale waarde bereikt. Dit gebeurt bij 63 % van de personen waarbij sprake is van uitval op de niveau's van C5-C7. Bij 37 % van de individuen vindt nog een verbetering plaats in spieren geïnnerveerd vanuit de segmenten C8 en Th1 mits er sprake is van beginnende reïnnervatie gedurende het eerste half jaar na het ongeval. In het eindstadium bezitten de schouderabductoren, de m. biceps en de m. triceps een functionele spierkracht mits het EMG 6 maanden na het ongeval een enkelvoudig tot arm gemengd aanspanningspatroon te zien geeft. **Sensibiliteit** heeft een sterke prognostische waarde daar een anaesthetische hand in de beginfase geassocieerd wordt met irreversibel (wortel)letsel. De grootste **mobiliteitsbeperkingen** worden vastgesteld in de schouder (m.n. de exorotatie), extensie van de pols en de vingers.

Bij grofweg 33 % van de onderzochte groep komt **kruisinnervatie** voor, hetgeen bij 3 % functioneel beperkend is. Voorkeurslocalisaties zijn de schouderabductoren en de m. triceps en m. biceps. **Deafferentiatiepijn** verbetert bij 34 individuen van de oorspronkelijke 69 in het eerste jaar na het ongeval. **Vegetatieve verschijnselen** komen voor in grofweg de helft van het aantal onderzochte personen. Bij alle individuen met een flail arm waren de verschijnselen van vegetatieve denervatie allen aanwezig. Bij bijna de helft van het aantal onderzochte personen was sprake van een **posturale scoliose**, in 43 % hiervan gepaard gaande met rugpijnklaften. Bij 34 % van het aantal onderzochte individuen was sprake van een irreversibele **dominantieverandering**.

Hoofdstuk 11 bevat de resultaten van het onderzoek naar beperkingen. Geanalyseerde factoren betreffen activiteiten van het dagelijks leven, verplaatsingsmogelijkheden en acceptatieproblematiek. In dit onderzoek wordt aangetoond dat **Activiteiten van het dagelijks leven** in sterke mate negatief beïnvloed worden door de sensibiliteitsstoornissen in gevallen van afunctionele hand. In mindere mate spelen krachtverlies en verandering in dominantie een rol. Ook t.a.v het functioneren van de schouderspieren worden problemen ervaren m.b.t. zelfverzorging en seksuele activiteiten. Het blijkt dat stabilisatie van de schouder hierop een positief effect heeft. Het **acceptatieproces** wordt subjectief beïnvloed door krachtverlies, de sensibiliteitsstoornissen en het afwijkend aanzicht. In het eindstadium heeft 20 % van de slachtoffers geen vaste relatie i.t.t. 68 % direct na het ongeval. Waarschijnlijk spelen ernstige acceptatieproblemen geen grote rol in de onderzochte populatie. Bij 34 % van de onderzochte personen was sprake van een ernstige en nagenoeg altijd irreversibele stoornis in de **handfunctie** die noopte tot verandering van dominantie. Niemand herkreëe zijn oorspronkelijke handfunctie. De meeste personen hebben relatief veel tijd (4 maanden) nodig om zich aan te passen aan deze nieuwe vorm van handigheid. **Rijvaardigheden** worden in sterke mate negatief beïnvloed door sensibiliteitsstoornissen in het algemeen en een afunctionele hand in het bijzonder.

Hoofdstuk 12 beschrijft het niveau van maatschappelijk functioneren. Aandachtsgebieden zijn vrije tijdsbesteding, werk en sportbeoefening. In dit onderzoek wordt aangetoond dat **vrije tijdsbesteding** in het algemeen niet duidelijk negatief beïnvloed of beperkt blijkt. Zij die geen duidelijke hobby uitoefenen schrijven dit niet toe aan het ongeval. Zij die relatief het meest hinder ondervinden bij hobby uitoefenen zijn de personen met een flail arm of een afunctionele hand. **Sport** wordt na het ongeval door een meerderheid van de individuen niet meer bedreven, hetgeen i.h.a. niet wordt toegeschreven aan het ongeval. Toch ervaart men bij sportbeoefening subjectief hinder van het verlies aan spierkracht en sensibiliteitsverlies. Dit is vooral het geval in gevallen waarin sprake is van een afunctionele hand.

M.b.t. **werkzaamheden** kan worden gesteld dat van de gehele populatie in het eindstadium 43 % werkzaam blijkt te zijn in loondienst en dat 22 % als duurzaam ongeschikt is te beschouwen voor het oorspronkelijke werk, hetgeen 6 % boven het landelijk gemiddelde ligt. Het lijkt niet onaannemelijk dat vigerende regelgeving een negatieve uitstraling heeft op het resocialisatieproces zolang geen definitieve eindtoestand is bereikt.

In **hoofdstuk 13** worden de diverse aspecten van de schouderarthrodese beschreven. Deze ingreep blijkt van grote functionele waarde, met name wanneer een flail arm aanwezig is. Geen enkele persoon uit de onderzochte populatie geeft aan spijt te hebben van de schouderarthrodese. De meeste functionele voordelen worden ervaren door personen met een flail arm vanwege de toename van de stabiliteit in de schouder, ook al was de scapula-fixerende musculatuur paretisch. De voordelen liggen met name op het gebied van cosmetiek, ADL (zelfverzorging), (hard)lopen en sportbeoefening. Uit het oogpunt van resocialisatie verdient het aanbeveling de schouderarthrodese zo spoedig mogelijk uit te voeren.

In **hoofdstuk 14** wordt een overzicht gepresenteerd van de gangbare hulpmiddelen en hun effecten. Een verhoging van het niveau van functioneren is te bereiken met zowel de draagorthese als de elleboogorthese (WILMER).

Eindconclusies

Terugkerend naar de in de inleiding geformuleerde vragen kunnen uit de diverse hoofdstukken de volgende antwoorden worden gesynthetiseerd.

1. Hoe verlopen de functiestoornissen in de tijd en wanneer kan van een eindsituatie worden gesproken?

Klinisch gemeten **spierkracht** bereikt na 2 jaar zijn maximale waarde. Dit gebeurt bij 63 % van de personen waarbij sprake is van uitval op de niveau's van C5-C7. Bij 37 % van de individuen vindt nog een verbetering plaats in spieren geïnnerveerd vanuit de segmenten C8 en Th1 mits er sprake is van beginnende reinnervatie gedurende het eerste half jaar na het ongeval.

In het eindstadium bezitten de schouderabductoren, de m. biceps en de m. triceps een functionele spierkracht mits het EMG 6 maanden na het ongeval een enkelvoudig tot arm gemengd aanspanningspatroon te zien geeft.

Sensibiliteit heeft een sterke prognostische waarde daar een anaesthetische hand in de beginfase geassocieerd wordt met irreversibel (wortel)letsel.

Vergeleken met de beginfase kunnen de grootste **mobiliteitsbeperkingen** worden vastgesteld in de schouder (m.n. de exorotatie), extensie van de pols en de vingers.

Bij grofweg 33 % van de onderzochte groep komt **kruisinnervatie** voor. De meest voorkomende spieren (m. triceps, m. infraspinatus m. pectoralis major en de m. biceps) worden vrij proximaal geïnnerveerd. In 10 % is sprake van minimaal een arm gemengd aanspanningspatroon.

Deafferentiatiepijn verbetert bij 34 individuen van de oorspronkelijke 69 in het eerste jaar na het ongeval.

Vegetatieve verschijnselen komen voor in grofweg de helft van het aantal onderzochte personen. Bij alle individuen met een flail arm waren de verschijnselen van vegetatieve denervatie allen aanwezig.

Bij bijna de helft van het aantal onderzochte personen was sprake van een **posturale scoliose** en in 43 % hiervan gepaard gaande met rugpijnklachten.

Bij 34 % van het aantal onderzochte individuen was sprake van een irreversibele **dominantieverandering**.

2. Wat zijn uiteindelijk de beperkingen en handicaps bij een letsel van de plexus brachialis en welke factoren zij hierop van invloed?

Activiteiten van het dagelijks leven worden in sterke mate negatief beïnvloed door de sensibiliteitsstoornissen in gevallen van afunctionele hand. In mindere mate spelen krachtverlies en verandering in dominantie een rol. Ook t.a.v. het functioneren van de schouderspieren worden problemen ervaren m.b.t. zelfverzorging en seksuele activiteiten. Het blijkt dat stabilisatie van de schouder hierop een positief effect heeft.

Het **acceptatieproces** wordt subjectief beïnvloed door krachtverlies, de sensibiliteitsstoornissen en het afwijkend aanzicht. In het eindstadium heeft 20 % van de slachtoffers geen vaste relatie i.t.t. 68 % direct na het ongeval. Waarschijnlijk spelen ernstige acceptatieproblemen geen grote rol in de onderzochte populatie.

Bij 34 % van de onderzochte personen was sprake van een ernstige en nagenoeg altijd irreversibele stoornis in de **handfunctie** die noopte tot verandering van dominantie.

Niemand her kreeg zijn oorspronkelijke handfunctie. De meeste personen hebben relatief veel tijd (4 maanden) nodig voor deze verandering van handigheid.

Rijvaardigheden worden in sterke mate negatief beïnvloed door sensibiliteitsstoornissen in het algemeen en een afunctionele hand in het bijzonder. Toch kan niet worden geconcludeerd dat in het eindstadium ernstige problemen met vervoer door alle personen worden ervaren.

Vrije tijdbesteding blijkt in het algemeen niet duidelijk negatief beïnvloed of beperkt. Zij die geen duidelijke hobby uitoefenen schrijven dit niet toe aan het ongeval. Zij die relatief het meest hinder ondervinden bij hobby uitoefenen zijn de personen met een flail arm of een afunctionele hand. De stoornissen die hiervoor verantwoordelijk zijn betreffen kracht- en sensibiliteitsverlies.

Sport wordt na het ongeval door een meerderheid van de individuen niet meer bedreven, hetgeen i.h.a. niet wordt toegeschreven aan het ongeval. Toch ervaart men bij sportbeoefening subjectief hinder van het verlies aan spierkracht en sensibiliteitsverlies. Dit is vooral het geval in gevallen waarin sprake is van een afunctionele hand.

M.b.t. **werkzaamheden** kan worden gesteld dat van de gehele populatie 43 % werkzaam in loondienst blijkt en dat 22 % duurzaam arbeidsongeschikt voor het eigen werk blijkt te zijn verklaard. Een negatief effect op het werk hebben de stoornissen krachtverlies, verlies aan sensibiliteit en de afwijkende cosmetiek. Het aantal duurzaam arbeidsongeschikten ligt 6 % boven het landelijk gemiddelde.

3. Hoe uitgebreid is de invloed van kruisinnervatie t.a.v. herstel van willekeurig bewegen?

Kruisinnervatie treedt op in grofweg 33 % van de personen met een ernstig zenuwletsel. Voorkeurslocalisaties bij een letsel van de plexus brachialis zijn de schouderspieren en de buigers en strekkers van de elleboog. In 10 % is de innervatie van zodanig goede kwaliteit dat het ermee gepaard gaande arme aanspanningspatroon tot functionele beperkingen leidt.

4. Welke invloed heeft de schouderarthrodese t.a.v. reductie van beperkingen en handicap?

Geen enkele persoon uit de onderzochte populatie geeft aan spijt te hebben van de schouderarthrodese. De meeste functionele voordelen worden ervaren door personen met een flail arm vanwege de toename van de stabiliteit in de schouder, ook al was de scapulafixerende musculatuur paretisch. De voordelen van de schouderarthrodese liggen met name op het gebied van cosmetiek, ADL (zelfverzorging), (hard)lopen en sportbeoefening. Uit het oogpunt van resocialisatie verdient het aanbeveling de schouderarthrodese zo spoedig mogelijk uit te voeren.

SUMMARY

PART 1: THE PREPARING RESEARCH

The central issue of this study is accidental damage to the brachial plexus. In terms of medical rehabilitation, an understanding of the factors which determine the functional abilities is a prerequisite, since this understanding will eventually have an effect on therapeutic procedures. In a retrospectively designed investigation, a systematic analysis was made of all impairments, disabilities and handicaps, the factors having an effect thereon, as well as particular phenomena such as cross innervation, shoulder fusion and physical aids.

The first part of the study includes the preparatory activities carried out prior to our investigations and mainly comprises research of the literature. The second part gives a survey of the methods employed, the results and the final conclusions.

Chapter 1 describes the relevant anatomical aspects, including the functionally anatomical ones.

Chapter 2 contains a survey of the epidemiological data, including a survey of the various types of classification which form the basis for selection in diagnostics and treatment.

Chapter 3 deals with the consequences of denervation of the nerves, reinnervation and the relation with clinical recovery. This chapter also describes the relation between nerve injury and the cause of cross innervation.

Chapter 4 describes the accidental mechanism, which has major consequences for diagnosis, treatment and prognosis. It will become apparent that consensus is primarily lacking in the case of patients with traction lesion.

Chapter 5 outlines the prevailing methods for diagnosis, in particular the electrophysiological examination.

Chapter 6 gives a survey of the most important aspects in terms of treatment. A distinction is made between treatment of nerve injury at a relatively early stage and treatment of permanent functional impairments at a relatively late stage. It also describes the conservative aspects of treatment.

Chapter 7 gives the important data for prognosis assessment.

PART 2: OWN INVESTIGATIONS

In **Chapter 8** you will find an explanation of the terms and concepts generally used in medical rehabilitation, the design of the research and the way in which it was conducted. This chapter also gives further details on the research methods applied, the major part concentrating on file research, clinical research and an interview.

Chapter 9 gives a description of the population examined, which consisted of 90 young men and 8 young women in the 16 - 25 age group (74%). At the time of the accident, 54% had regular employment and 36% was still at school. The accident practically always involved a motor vehicle on two wheels (75%); moreover, the greater deal of the accidents occurred in the early hours of the night (50%) or in the evening rush hour (39%).

Chapter 10 deals extensively with the role of functional impairments. Examples are sensory impairments of the hand (notably anaesthesia), loss and recovery of muscle strength, joint deformity, cross innervation, vegetative dysregulation and denervation, postural deviations and a change in dominance.

The present study illustrates that in terms of clinical measurements, **muscle strength** obtains its maximum value after 2 years. This occurs in 63% of the persons, with deficiencies on the C5 - C7 levels. Additional improvement is found in 37% of the individuals, with muscles innervated from the C8 and Th1 segments, provided that reinnervation is initiated within 6 months of the accident. In the final stage, the shoulder abductors, the m. biceps and the m. triceps show functional muscle strength provided that the EMG displays a simple to poorly mixed contraction pattern 6 months after the accident.

the EMG displays a simple to poorly mixed contraction pattern 6 months after the accident. **Sensory loss** has a highly prognostic value, because in the early phases an anaesthetic hand is associated with an irreversible avulsion (of the nerve roots). The most significant limitation of joint mobility is found in the shoulder (exorotation in particular), in extension of the wrist and the fingers.

Cross innervation occurs in approximately 33% of the individuals examined, leading to functional limitations in 3% of them. Frequent locations are the shoulder abductors, and the m. triceps and m. biceps. 34 Individuals of the original 69 report improvement of **deafferentation pains** in the first year following the accident. **Vegetative symptoms** occur in approximately 50 % of all persons examined. All symptoms of vegetative denervation were present in all individuals with a flail arm. Almost half of the persons examined showed **postural scoliosis**, 43% of whom complained of backaches. An irreversible **change in dominance** was found in 34% of the persons examined.

Chapter 11 gives the results of the investigation in terms of disabilities. The factors analysed included activities in daily life (ADL), movement abilities and problems regarding acceptance. This study clearly demonstrates that the **activities in daily life** are seriously affected by sensory impairments resulting from an afunctional hand. Loss of strength and change in dominance play a less important role in this respect. As far as the functioning of the shoulder muscles is concerned, there are problems with self-care and in sexual activities. Stabilisation of the shoulder appears to have a positive effect.

The **process of acceptance** is subjectively influenced by loss of strength, sensory impairments and deviating appearance. In the final stage, 20% of the victims does not have a steady relationship, contrary to 68% immediately following the accident. Serious acceptance problems do not seem to play a major role in the population examined. A serious and almost always irreversible limitation of the hand function was found in 34% of the persons examined, forcing them to shift dominance. None of the persons regained his or her original hand function. For most persons it takes a relatively long time (4 months) to make this shift work efficiently. The impact on the **ability to drive** is highly negative due to sensory loss in general and an afunctional hand in particular.

Chapter 12 describes the level of social performance. Fields of attention are leisure time, work and sports. This investigation demonstrates that in general **leisure activities** are not clearly negatively affected or restricted. Those who do not have a specific hobby do not ascribe this to the accident. The persons who are impeded the most in practicing their hobbies are suffering from a flail arm or an afunctional hand.

A majority of the individuals is no longer active in **sports**, but this is generally not ascribed to the accident. Nevertheless, loss of strength and sensory loss are subjectively experienced as impediments, particularly in the case of an afunctional hand. As far as **work** is concerned it can be stated that 43% of the entire population has regular employment in the final stage, whereas 22% is regarded as permanently disabled for their former work, which is 6% above the national average. It may be assumed that current regulations have a negative effect on the resocialisation process as long as the final stage is not reached.

Chapter 13 describes the various aspects of shoulder fusion. This operation appears to have great functional value, especially in the case of a flail arm. None of the persons from the population examined indicates to have regretted the shoulder fusion operation. It appears to be most profitable to persons with a flail arm because of the resulting increased shoulder stability, even if the scapula drivers were paretic. The advantages are mainly found in terms of cosmetics, selfcare, running and sports. From the point of view of resocialisation, it is highly recommended to perform shoulder fusion as soon as possible.

Chapter 14 presents a survey of the most common aids and their effects. Increased levels of functioning are achieved both by shoulder-arm orthosis and by elbow orthosis (WILMER).

LITERATUUROVERZICHT

- Albers,W. e.a.:**"Nerventransplantationen bei Kindern; eine Analyse der Ergebnisse von 8 Jahren", Z. Kinderchir. 31,7 (1980).
- Albrecht,G.L. e.a.:**"Rehabilitation succes: the interrelationships of multiple criteria", J. Health Soc. Beh. 18, 36-45 (1977).
- Allieu,Y. e.a.:**"Les neurotisations par le nerf spinal dans les avulsions radiculaires du plexus brachial", Neurochir. 28, 115-120 (1982).
- Alnot,J.Y. e.a.:**"Traitement direct des lésions nerveuses dans les paralysies traumatiques du plexus brachial chez l'adulte", Int. Orthop. 2, 151-168 (1981).
- American Medical Association,** Committee on medical rating of physical impairment:A guide to the evaluation of permanent impairment of the extremities and back", J. Am. Med. Ass. 166, 1-109 (1958).
- American Orthopedic Association,** Barr,J.S. e.a.:A survey of end results on stabilisation of the paralytic shoulder", J. Bone and Joint Surg. 24-A (1942).
- Andrew,T.A.:**A six month review of motorcycle accidents", Injury 4, 317-320 (1983).
- Banks,R.W. e.a.:**"Specificities of afferents reinnervating muscle spindles after nerve section", J. Physiol.408, 345-372 (1989).
- Barnes,R.:**"Traction injuries of the brachial plexus in adults", J. Bone and Joint Surg. 31-B, (1949).
- Barton,N.J.:**"Arthrodesis of the shoulder for degenerative conditions", J. Bone and Joint Surg. 54-A, (1972).
- Bateman,J.A.:**"An operative approach to supraclavicular plexus injuries", J. Bone and Joint Surg. 31-B, (1949).
- Bateman,J.E.:**"Shoulder and neck", 2nd ed. (1978), Saunders Philadelphia.
- Benecke,R. e.a.:**"The distal sensory nerve action potential as a diagnostic tool for the differentiation of lesions in dorsal roots and peripheral nerves", J. Neurol. 223, 231-239 (1980).
- Björkesten,G.:**"Suture of war injuries to peripheral nerves; clinical studies of the results", Acta Chir. Scand. (suppl.) 119, 1-188 (1947).
- Black,M.M. e.a.:**"Slowing of the rate of axonal regeneration during growth and maturation", Exp.Neurol. 63, 108 (1979).
- Blass,D.C. e.a.:**"Penetrating wounds of the neck and upper thorax", J. Trauma 18, 2-7 (1978).
- Blum,U.von e.a.:**"Traktionsverletzungen des Plexus brachialis: radiologische Diagnostik mit Myelo-CT und MR", Fortschr. Röntgenstr. 151, 702-705 (1989).
- Bodian,D.:**"Nucleic acid in nerve cell regeneration", Symp.Exp.Biol. 1, 163-178, Cambridge University Press, (1947).
- Bonnel,F. e.a.:**"Anatomy and systematisation of the brachial plexus in the adult", Anat.Clin. 2, 289-298 (1981).
- Bonney,G.:**"Prognosis in traction lesions of the brachial plexus", J. Bone and Joint Surg. 41-B, 4 e.v. (1959).
- Bonney,G. e.a.:**"Sensory nerve conduction after traction lesion of the brachial plexus", Proc.R.Soc.Med. 51, 365 (1958).
- Bonney,G.:**"Injuries of the brachial plexus", Br.J.Hosp.Med. 4, 567-578, (1974).
- Boonstra,A.M.:**"Het effect van laagfrequente elektrostimulatie op de gedenerveerde spier", Dissertatie R.U. Groningen (1984).
- Braun,R.M. :**"Iatrogenic compression of the thoracic outlet", J.Hopkins Med.J. 145, 94-97 (1978).
- Brewerton,D.A. e.a.:**"Factors influencing return to work", Br.Med.J. 4, 277-281 (1971).
- Brooks,D.M.:**"Open wounds of the brachial plexus", J. Bone and Joint Surg. 31-B, 17 e.v. (1949).

- Brooks, D.M. e.a.:** "Pectoral transplantation for paralysis of the flexors of the elbow; a new technique", J. Bone and Joint Surg. 41-B, 36 e.v. (1959).
- Brown, P.W.:** "Factors influencing the succes of surgical repair of peripheral nerves", Surg.Clin.N.Amer. 52, 1137 e.v. (1972).
- Buchtal, F. e.a.:** "Spontaneous electrical activity of human muscle", Electroenc.Clin.-Neurophys. 20, 321 (1966).
- Buffalini, C. e.a.:** "Posterior cervical electromyography in diagnosis and prognosis of brachial plexus injuries", J. Bone and Joint Surg. 51-B, 627-631 (1969).
- Bunnel, S.:** "Restoring flexion to the paralytic elbow", J. Bone and Joint Surg. 33-A, 566 e.v. (1951).
- Burkhalter, E.B.:** "Tendon transfers in brachial plexus injuries", Orthop.Clin.N.Amer. 5, 259-270 (1972).
- Carrol, R.E.:** "Restoration of flexor power to the flail elbow", Surg.Gynaecol.Obstet. 95, 685 e.v. (1952).
- Carrol, R.E. e.a.:** "Pectoralis major transplantaion to restore elbow flexion to the paralytic limb", J.Hand Surg. 4, 501 (1979).
- Causey, G. e.a.:** "The effect of pressure on nerve conduction and nerve fibre size", J.Physiol. 109, 220 e.v. (1949).
- Celli, L. e.a.:** "Myelographic study of the traumatic radicular injuries of the brachial plexus", J.Neurosurg.Sci. 25, 123-125 (1981).
- Clancy, W.G. jr. e.a.:** "Upper trunc brachial plexus injuries in contact sports", Am.J. Sports Med. 5, 209 (1977).
- Coene, L.N.J.E.M.:** "Axillary nerve lesions ans associated injuries", Dissertatie R.U. Leiden (1985).
- Cofield, R.H. e.a.:** "Glenohumeral arthrodesis; operative and long term functional results", J.Bone and Joint Surg. 61-A, 668-677 (1979).
- Cool, J.C.:** "Draagorthese voor de arm", Infortho 1, 76 e.v. (1976).
- Cragg, B.G. e.a.:** "Changes in conduction velocity and fibre size proximal to peripheral nerve lesions", J.Physiol. 157, 315 e.v. (1961).
- Crenshaw, A.H.:** "Campbell's Operative Orthopedics", 8-th. ed. (1987), Mosby Comp., St. Louis.
- Daube, J.R.:** "Rucksack paralysis", J.Amer.Med.Ass. 208, 2447-2452 (1969).
- Davies, E.R. e.a.:** "Myelography in brachial plexus injury", Br.J.Radiol. 39, 362-371 (1966).
- Delbet, P. e.a.:** "Les paralysies dans les luxations de l'épaule", Rev.Chir. (1910).
- DePalma, A.F.:** "Arthrodesis of the shoulder joint", Surg. Clin.North Am.43, 6, 1599-1607 (1963).
- Dolenc, V.:** "Diagnostique et traitement dans lésions du plexus brachial; à propos de 100 cas", Neurochir. 2, 101-105 (1982).
- Doll, E.A.:** "Vineland social maturity scale", Educational Test Bureau, Minneapolis (1947).
- Drake, C.G.:** "Diagnosis and treatment of lesions of the brachial plexus and adjacent structures", Clin.Neurosurg. 11, 110-127 (1964).
- Duchenne, G.B.A.:** "De l'électrisation et de son application à la pathologie et à la therapeutique", 3-ième éd. Ballière et fs., Paris (1872).
- Ducker, T.B.:** "The metabolic background for peripheral nerve surgery", J.Neurosurg. 30, 270 e.v. (1969).
- Dyck, P.J. e.a.:** "Peripheral Neuropathy", 2nd ed. Saunders, Philadelphia (1984).
- Editorial,** Br.Med.J. 280, 1242 (1980).
- Engel, W.K. e.a.:** "Histochemical studies of denervated or tenotomised cat muscle", Ann.N.Y.Acad.Sci., 160-185 (1966).
- Engel, A.G. e.a.:** "Morphologic effects of denervation of muscle. A quantitative ultrastructural study", Ann.N.Y.Acad.Sci., 228, 68-88 (1974).
- Erb, W.:** "Über eine eigentümliche Lokalisation von Lähmungen im Plexus brachialis", Verh.Naturhist.-Med. Ver.2 (Heidelberg), 130-136 (1868).

- Flemming,F.:**"Zur Therapie der geschlossenen Armplexuslähmungen", Bruns'Beitr.Klin.Chir. 211, 487-503 (1965).
- Fontijne,W.:**"De schouderarthrodese", Dissertatie R.U. Groningen (1965).
- Frampton,V.M.:**"Management of brachial plexus lesions", Physioth.10, 388-392 (1984).
- Friedman,A. e.a.:**"Nerve transposition for the restoration of elbow flexion following brachial plexus avulsion", J.Neurosurg. 72, 59-64 (1990).
- Frot,B.:**"La myelographie cervicale dans les paralysies traumatiques du plexus brachial", Rev.Chir.Orth. 63, 64-72 (1977).
- Frykholm,R.:**"The mechanism of cervical radicular lesions resulting from friction or forcefull traction", Acta Chir.Scand. 102, 93-98 (1952).
- Fullerton,P.M.:**"The effect of ischaemia on nerve conduction in the carpal tunnel syndrome", J.Neurol.Psychiatr. 26, 385 e.v. (1963).
- Gailland,L.A.:**"Rappels de corde en S et en 8: causes possibles d'accidents", Les Alpes:Bull.mens. Club Alpin Suisse, 43, 121 (1967).
- Godt,P. e.a.:**"Myelographische Befunde nach Halswirbelsäulenverletzungen", Nervenarzt 52, 232-235 (1981).
- Gouaze,A. e.a.:**"La vascularisation arterielle du plexus brachial", CR Assoc.Anat. (1959).
- Granger,C.:**"Functional states measurement and medical rehabilitation outcomes", Arch.Phys.Med.Rehabil. 269-274 (1976).
- Grimby,L. e.a.:**"Differences in recruitment order of motor units in phasic and tonic reflex in spinal man", J.Neurol.Neurosurg.Psychiatr. 33, 562-570 (1970).
- Grundy,D.J. e.a.:**"Problems in the management of combined plexus and spinal cord injuries", Int.Rehab.Med. 3, 57-70 (1981).
- Grundy,D.J. e.a.:**"Combined plexus and spinal cord trauma", Injury 15, 57-61 (1984).
- Gund,A.:**"Discussion on plexus brachialis lesions", Klin.Med. (Wien) 16, 265-266 (1961).
- Guth,L.:**"Trophic influences of nerve on muscle", Physiol.Rev. 48, 645-687 (1968).
- Gutmann,E. e.a.:**"The reinnervation of muscle after various periods of atrophy", J.Anat. 78, 15-43 (1944).
- Haanen, H.C.M.:** "Een epidemiologisch onderzoek naar lage-rugpijn", Dissertatie Erasmus Universiteit Rotterdam (1984).
- Haas,S.L.:**"Treatment of permanent paralysis of deltoid muscle", JAMA 104, 99-103 (1935).
- Haftck,J.:**"Stretch injury of peripheral nerve; acute effects of stretching on rabbit nerve", J.Bone and Joint Surg. 52-B, 354-365 (1970).
- Hayword,M.:**"Electrodiagnosis of the muscular dystrophies", Br.Med.Bull. 36, 127-132 (1980).
- Heckmann,R. e.a.:**"Differentiation of spontaneous activity from normal and denervated skeletal muscle", J.Neurol. Neurosurg.Psychiatr. 45, 331-336 (1982).
- Hellebrand,F.A. e.a.:**"Reliability of goniometry", Phys. Ther.Rev. 29, 302-307 (1959).
- Henderson,W.R.:**"Clinical assesment of peripheral nerve injuries", Lancet 20, 801-805 (1948).
- Hendy,A.M.:**"The treatment of residual paralysis after brachial plexus injuries", J.Bone and Joint Surg. 31-B, 42 e.v. (1949).
- Hennemann,E.:**"Relation between size of neurons and their susceptibility to discharge", Science 126, 1345-47 (1957).
- Hines,H.M. e.a.:**"The effect of electrical stimulation on neuromuscular regeneration", Amer.J.Physiol. 144, 278-283 (1945).
- Hoffa,A.:**"Orthopädische Chirurgie", Enke Verlag, 6e ed. Stuttgart (1920).
- Hoffer,M.M. e.a.:**"Functional recovery and orthopedic management of brachial plexus palsies", JAMA 21, 2467-2470 (1981).
- Hoffman,H.:**"Local reinnervation in partially denervated muscle; a histopathological study", Austr.J.Exp.Biol.Med.Sci. 28, 383 e.v. (1950).
- Honner,R. e.a.:**"An investigation of the factors affecting the results of digital nerve division", The Hand 2, 21 (1970).

- Hovnanian, A.P.:** "Latissimus dorsi transplantation at the elbow", *Ann.Surg.* 143, 493 e.v. (1956).
- Huffstadt, A.J.C. e.a.:** "De behandeling van patienten met een perifeer zenuwletsel; praktische toepassing", *Ned.T.Geneesk.* 25, 1060-1065 (1976).
- Ironton, R. e.a.:** "Stimuli to intramuscular nerve growth", *Brain Res.* 156, 351-354 (1978).
- Ivey, F.M. e.a.:** "Isokinetic testing of shoulder strength: normal values", *Arch.Phys.Med-d.Rehabil.* 66, 384-386 (1985).
- Jaeger, R. e.a.:** "Avulsion of the brachial plexus; report of six cases", *J.Amer.Med.Ass.* 153, 633 (1953).
- James, J.:** "Einige Bemerkungen über die Histologie des Nervus facialis zur Pathogenese der Bellschen Lähmung", *Laryng.Rhinol.Otol.* 5, 336 (1961).
- Janewski, B.K.:** "Angiography of the upper extremity", Ed. Nijhof, Den Haag (1982).
- Jaspers, R.:** "Diagnostiek van het plexus brachialis letsel", Rapport nr.N-259, Lab.Werktuigkundige Meet- en Regeltechniek, T.U. Delft (1986).
- Joffe, M. e.a.:** "Biochemical functioning of mitochondria in normal and denervated mammalian skeletal muscle", *Muscle and Nerve* 4, 514-519 (1981).
- Jones, S.J.:** "Investigation of brachial plexus traction injuries by peripheral and spinal somatosensory evoked potentials", *J.Neurol.Neurosurg,Psychiatr.* 42, 1107-16 (1979).
- Jones, S.J. e.a.:** "Diagnosis of brachial plexus traction lesions by sensory nerve action potentials and somatosensory evoked potentials", *Injury* 5, 376-382 (1981).
- Kendall, H. e.a.:** "Muscles: testing and function", ed. Williams & Wilkins Cy., Baltimore (1957).
- Kerr, A.T.:** "The brachial plexus of nerves in man; the variations in its formation and branches", *Am.J.Anat.* 23, 285-345 (1918).
- Kline, D.G. e.a.:** "Operative management of selected brachial plexus lesions", *J.Neurosurg.* 58, 631-649 (1981).
- Klümpke, A.:** "Contribution à l'étude de paralysies radiculaires du plexus brachial", *Rév.de Med.* 5, 591-616 (1885).
- Krap, W.M.von, e.a.:** "Ergebnisse der konservativen Therapie von Armplexus Läsionen", *Fortschr.Med.* 97, 957-961 (1979).
- Kretschmer, H.:** "Nerventransplantation", *Medizin aktuell* 2, 215-217 (1976).
- Kretschmer, H.:** "Nervenplastische Eingriffe bei traumatischen Schädigungen des Plexus brachialis", *Neurochirurgia* 24, 94-97 (1981).
- Kübler Ross, E.:** "On death and dying", Ed. MacMillan Cy. New York (1969).
- Kwaan, J. e.a.:** "Postoperative brachial plexus palsy", *Arch. Surg.* 101, 612-615 (1970).
- Landi, A. e.a.:** "Value of the Tinel sign in brachial plexus lesions", *Ann.R.Coll.Surg.Eng.* 61, 470-471 (1979).
- Lange, M.:** "Die Bedeutung der orthopädischen Ersatzoperationen für die Behandlung der irreparablen Nervenlähmungen", *Med.Klin.* 57, 627-634 (1962).
- Laplane, P.:** "Les paralysies traumatiques du plexus brachial chez l'adulte", *Revue Prac.* 18, 2733 e.v. (1968).
- Lee, J.C.:** "Electron microscopy of Wallerian degeneration", *J.Comp.Neurol.* 120, 65 e.v. (1963).
- Leffert, R.D. e.a.:** "Infraclavicular brachial plexus injuries", *J.Bone Joint Surg.* 47-B, 1, 9-22 (1965).
- Leffert, R.D.:** "Brachial plexus injuries", *Orthop.Clin.North Amer.* 1, 399-417 (1970).
- Leffert, R.D.:** "Brachial plexus injuries", *N.Engl.J.Med.* 14, 1059-67 (1974).
- Leffert, R.D.:** "Reconstruction of the shoulder and elbow following brachial plexus injuries" in: Omer, G., Spinner, M.: *Management of peripheral nerve problems*, Ed. Saunders, Philadelphia (1980).
- Lewis, T. e.a.:** "Centripetal paralysis arising out of arrested blood flow to a limb, including notes on a form of tingling", *Heart* 16, 1 (1931).
- Lewis, T.:** "Observations upon the vascular axon reflex in human skin", *Clin.Sci.* 4, 365 e.v. (1942).

- Lindsay, W.K. e.a.:** "Traumatic peripheral injuries in children", *Plast.Reconstr.Surg.* 30, 462 e.v. (1962).
- Liu, C.T. e.a.:** "Tensile strength of human nerves", *Arch. Neurol.Psych.* 59, 322 e.v. (1948).
- Loeser, J.D. e.a.:** "Some effects of deafferentation on neurons of the cat spinal cord", *Arch.Neurol.* 17, 629 (1967).
- Lubinska, L.:** "Region of transition between preserved and regenerating parts of myelinated fibres", *J.Comp.Neurol.* 117, 275 (1961).
- Luskin, R. e.a.:** "Posttraumatic lesions of the brachial plexus", *J.Bone Joint Surg.* 55-A, 6, 1159-76 (1973).
- Mahoney, F.I. e.a.:** "Functional evaluation: Barthel index", *Md.State Med.J.* 14, 61-65 (1965).
- Makin, M.:** "Early arthrodesis for a flail shoulder in young children", *J.Bone Joint Surg.* 59-A, 3, 317-321 (1977).
- Malone, J.M. e.a.:** "Brachial plexus injury management through upper extremity amputation with immediate postoperative prosthesis", *Arch.Phys.Med.Rehabil.* 2, 89-91 (1982).
- Maurer, G.:** "Plexusverletzungen nach Wurzelaustriss am Arm", *Langenbecks Arch.Chir.* 301, 868-873 (1962).
- Medical Research Council:** "Aids to the examination of the peripheral nervous system", Memorandum nr. 45, London, HMSO (1976).
- Medinaceli, L.de e.a.:** "Experimental nerve reconnection: importance of initial repair", *Microsurg.* 10, 56-70 (1989).
- Merle d'Aubigne, R.:** "Chirurgie orthopédique des paralysies", Ed. Masson, Paris (1956).
- Merle d'Aubigne, R. e.a.:** "Etiologie, évolution et pronostic des paralysies traumatiques du plexus brachial", *Rev.Chir. Orth.Rep.App.Mot.* 1, 23-42 (1967).
- Miledi, R. e.a.:** "On the degeneration of rat neuromuscular junctions after nerve sections", *J.Physiol.* 207, 505 e.v. (1970).
- Millesi, H.:** "Surgical management of brachial plexus injuries", *J.Hand Surg.* 5, (1977).
- Milner-Brown, H.S. e.a.:** "The orderly recruitment of human units during voluntary isometric contractions", *J. Physiol.* 230, 359-370 (1973).
- Milton, G.W.:** "The circumflex nerve and dislocations of the shoulder", *Brit.J.Phys.Med.* 17, 136-138 (1954).
- Moberg, E.:** "Reconstructive surgery in tetraplegia, stroke and cerebral palsy; some basic concepts in physiology and neurology", *J.Hand Surg.* 1, 29 e.v. (1976).
- Moberg, E.:** "The upper limb in tetraplegia. A new approach to surgical rehabilitation", Ed. Thieme, Stuttgart (1978).
- Moberg, E.:** "Traumatic injuries of the brachial plexus", *Surg.Clin.North Amer.* 61, 2, 341-351 (1981).
- Mumenthaler, M. e.a.:** "Läsionen peripherer Nerven", Ed. Thieme, Stuttgart (1987).
- Murphey, F. e.a.:** "Myelographic demonstration of avulsing injury of the brachial plexus", *Am.J.Roentgenol.* 58, 102-105 (1947).
- Murray, M.P. e.a.:** "Shoulder motion and muscle strength of normal men and women in two age groups", *Clin.Orth.Rel.Res.* 192, 268-273 (1985).
- Muscatello, U. e.a.:** "On the differential response of sarcoplasm and myoplasm to denervation in frog muscle", *J.Cell Biol.* 27, 1-24 (1965).
- Nagano, A. e.a.:** "Brachial plexus lesions: prognosis of postganglionic lesions", *Arch.Orthop.Trauma Surg.* 102, 172-178 (1984).
- Nagano, A. e.a.:** "Usefulness of myelography in brachial plexus injuries", *J. Hand Surg.* 14-B, 1, 59-64 (1989).
- Napier, J.R.:** "The significance of Tinell's sign in peripheral nerve injuries", *Brain* 72, 63-82 (1949).
- Narakas, A.:** "Surgical treatment of traction injuries of the brachial plexus", *Clin.Orth. & Rel.Res.* 133, 71-90 (1978).
- Narakas, A.:** "Brachial plexus Surgery", *Orth.Clin.North.Am.* 2, 303-323 (1981).

Nashold, B.S.: "Phantom pain relief by focal destruction of the substantia gelatinosa Rolandi", In: Bonica, J.J. & Fessard, D.A.: "Advances in pain research and therapy", Raven Press, New York (1976).

Nathaniel, E.J.H. e.a.: "Collagen and basement membrane formation by Schwann cells during nerve regeneration", J.Ultrastruct. Res. 9, 550 (1963).

Nelson, K.G. e.a.: "Brachial plexus injuries associated with missile wounds of the chest", J. Trauma 8, 268-275 (1968).

Nichols, P.J.R.: "Some psychological aspects of rehabilitation and their implications in research", Proc.R.Soc.Med. 68, 537-44 (1975).

Notermans, S.L.H.: "Klinische Elektromyografie", Ed. Stafleu (1981).

Ochoa, J. e.a.: "Anatomical changes in peripheral nerves compressed by a pneumatic tourniquet", J. Anat. 113, 433 e.v. (1972).

Olsen, J. e.a.: "Imaging of the spine and spinal cord", Ed. Manelfe, C., Raven Press, New York (1992).

Omer, G.E.: "Reconstructive procedures for extremities with peripheral nerve defects", Clin.Orthop. 163, 80-91 (1982).

Parkes, C.M.: "Components of reaction to loss of a limb, spouse or home", J. Psychosom. Res. 16, 343-349 (1972).

Pasila, M. e.a.: "Early complications of primary shoulder dislocations", Acta Orthop.Scand. 49, 260-263 (1978).

Pecinka, H.: "Die operative Behandlung der traumatischen Lähmungen des Plexus brachialis", Zbl.Chir.85, 1678-82 (1960).

Perry, J. e.a.: "Orthosis in patients with brachial plexus injuries", Arch.Phys.Med.Rehab. 55, 134-137 (1974).

Ploncard, P.: "A new approach to the intercostobrachial anastomosis in the treatment of brachial plexus paralysis due to root avulsion; late results", Acta Neurochir. 4, 281-290 (1982).

Pollock, L.J.: "Gunshot injuries of the brachial plexus", Surg.Gynaec.Obstet.4, 415-430 (1926).

Prakashchandra, M. e.a.: "Penetrating injuries of the neck: criteria for exploration", J. Trauma 1, 47-49 (1983).

Pronk, G.M.: "Een beschouwing over de gevolgen van de omodesse bij een plexus brachialis letsel", Rapport nr.N-248, Lab. Werktuigkundige meet- en regeltechniek, T.U. Delft (1985).

Ransford, A.O. e.a.: "Complete brachial plexus lesions; a 10 years follow up of 20 cases", J.Bone Joint Surg. 59-B, 417 e.v. (1977).

Rappaport, M. e.a.: "Disability rating scale for severe head trauma: coma to community", Arch. Phys. Med. Rehabil. 63, 118-227 (1982).

Riedel, G.: "Zur Frage der Muskeltransplantation bei der Deltoides Lähmung", Ergebn.Chi-r.Orthop. 21, 489-542 (1928).

Roaf, R.: "Lateral flexion injuries of the cervical spine", J.Bone Joint Surg. 45-B, 36 e.v. (1963).

Roberts, J.T.: "The effects of occlusive arterial disease of the extremities on the blood supply of nerves", Am.Heart J. 35, 369 e.v. (1948).

Roger, B. e.a.: "Imaging of posttraumatic brachial plexus injury", Clin. Orthop. Rel. Res. 237, 57-61 (1988).

Rohr, H. von: "Plexusverletzungen und Wurzelläsionen am Arm", Langenbecks Arch. Chir. 288, 39-54 (1958).

Rorabeck, C.H.: "The management of the flail upper extremity in brachial plexus injuries", J.Trauma, 20, 491-493 (1980).

Rorabeck, C.H. e.a.: "Factors affecting the prognosis of brachial plexus injuries", J. Bone Joint Surg. 63-B, 404 e.v. (1981).

Rosen, I. e.a.: "Cervical root avulsion; electrophysiologic analysis with electrospinogram", Scand. J. Plast. Reconstr. Surg. 11, 247-250 (1977).

- Rowe, C.R.:** "Reevaluation of the position of the arm in arthrodesis of the shoulder in the adult", J. Bone Joint Surg. 56-A, 913-921 (1974).
- Rusk, H.A.:** "Rehabilitation Medicine", 4-th Ed., Mosby Cy, St. Louis (1977).
- Saha, A.K.:** "Surgery of the paralysed and flail shoulder", Acta Orth.Scand. Suppl. 97, Munksgaard, Copenhagen (1967).
- Samii, M.R. e.a.:** "Klinische Resultate der autologen Nerventransplantation", Med.Mitt. Meldungen 46, 197-202 (1972).
- Sarno, J.E. e.a.:** "The functional life scale", Arch.Phys. Med.Rehabil. 54, 214-220 (1973).
- Sauer, G. e.a.:** "Zur Prognose der Nervenläsionen nach Verrenkungen und Verrenkungsbrüchen der Schulter, sowie Frakturen des Oberarmhalses", Unfallheilk. 126, 176-178 (1975).
- Schaafsma, S.J. in:** P.J. Vinken en G.W. Bruyn (ed.): "Handbook of clinical neurology", vol.7, North Holland Publ.Comp., Amsterdam (1978).
- Scranton, J. e.a.:** "Evaluation of functional levels of patients during and following rehabilitation", Arch.Phys.Med.Rehabil. 51, 1-21 (1970).
- Seddon, H.:** "Brachial plexus injuries", J.Bone Joint Surg. 31-B, 3 e.v. (1949).
- Seddon, H.:** "Nerve grafting", J.Bone Joint Surg. 45-B, 447-461 (1963).
- Seddon, H.:** "Surgical disorders of peripheral nerves", Ed. Churchill Livingstone, Edinburgh (1972).
- Shurr, D.G. e.a.:** "A rationale for treatment of complete brachial plexus palsy", Orth.& Prosth. 3, 55-59 (1984).
- Smith, C.J.:** "Changes in length and position of the segments of the spinal cord with changes in posture in the monkey", Radiology 66, 259 (1966).
- Smith, J.W.:** "Factors influencing nerve repair I", Arch. Surg. 93, 335 e.v. (1966).
- Solgaard, S. e.a.:** "Reproducibility of goniometry of the wrist", Scand.J.Rehab. Med. 18, 5-7 (1986).
- Solonen, K.A. e.a.:** "Surgery of the brachial plexus", Acta Orth. Scand. 55, 436-440 (1984).
- Stanwood, J.E. e.a.:** "Diagnosis and management of brachial plexus injuries", Arch.Phys.Med.Rehabil. 52, 52 e.v. (1971).
- Stayman, J.W.:** "Care of the nerve injured patient", Surg. Clin. North Am. 5, 1337-42 (1972).
- Steindler, A.:** "Operative treatment of paralytic conditions of the upper extremity", J. Orthop. Surg.I, 608 (1919).
- Stevens, J.:** "Brachial plexus paralysis", In: Codman e.a.: "The shoulder", ed. Thomas Todd, Boston (1943).
- Stichting Medische Registratie,** Rapport 1983, Ministerie van WVC, Den Haag.
- Stoehr, M. e.a.:** "Somatosensibele evozierte Potentiale in der Diagnostik von Armplexusläsionen", EEG EMG, 4, 195-197 (1981).
- Sumner, A.J.:** "Aberrant reinnervation", Muscle & Nerve 13, 801-803 (1990).
- Sunderland, S.:** "Observations on the course of recovery and late endresults in a series of cases of peripheral nerve suture", Austr.N.Z. J. Surg. 18, 264 e.v. (1949).
- Sunderland, S.:** "Capacity of reinnervated muscles to function efficiently after prolonged denervation", Arch.Neurol.Psych. 64, 755 e.v. (1950).
- Sunderland, S. e.a.:** "Endoneural tube shrinkage in the distal nerve segment of a severed nerve", J. Comp. Neurol. 93, 411-420 (1950).
- Sunderland, S.:** "A classification of peripheral nerve injuries producing loss of function", Brain 74, 491-516 (1951).
- Sunderland, S.:** "Mechanisms of cervical root avulsion in injuries of the neck and shoulder", J. Neurosurg. 41, 705-714 (1974).
- Sunderland, S.:** "Nerves and nerve injuries", Ed. Churchill Livingstone, Edinburgh (1978).
- Sunderland, S.:** "Brachial plexus injuries", Clin. Neurol. Neurosurg. 95, 1-2 (1993).
- Taylor, P.E.:** "Traumatic intradural avulsion of the nerve roots of the brachial plexus", Brain 85, 579 e.v. (1962).

- Tarlov, I.M.:** "Myelography to help localize traction lesions of the brachial plexus", *Am. J. Surg.* 88, 266 e.v. (1954).
- Thomas, D.G.T. e.a.:** "Dorsal root entry zone lesions in the brachial plexus avulsion", *Neurosurg.* 15, 966-67 (1984).
- Thomas, D.G.T.:** "Brachial plexus injury: deafferentation pain and dorsal root entry zone coagulation", *Clin. Neurol. Neurosurg.* 95, 48-49 (1993).
- Thomas, P.K.:** "Changes of the endoneural sheath of plexus", *Pain* 9, 41-53 (1964).
- Thomeer, R.T.W.M.:** "Recovery of brachial plexus injuries", *Clin. Neurol. Neurosurg.* 93, 3-11 (1991).
- Thomeer, R.T.W.M.:** "Surgical repair of brachial plexus injury", *Lecture Boerhaave Postgraduate Course, Leiden*, 1993.
- Tubiana, R.:** "The Hand", Ed. Saunders Cy, Philadelphia (1981).
- Whiteleather, J.E.:** "Myelography in brachial plexus injuries", *Am. J. Roentg.* 65, 1017 (1954).
- Wynn Parry, C.B.:** "Rehabilitation of the hand", Ed. Butterworth & Co Ltd., London (1981).
- Wynn Parry, C.B.:** "Brachial plexus injuries", *Br. J. Hosp. Med.* 32, 130-139 (1984).
- Wynn Parry, C.B.:** "Brachial plexus injuries", In: Matthews: *Handbook of clinical neurology*, Ed. Elsevier Sc. Publ. Amsterdam (1987).
- Yarkony, G.M. e.a.:** "Contractures complicating spinal cord injury: incidence and comparison between spinal cord centre and general hospital acute care", *Paraplegia* 23, 265-271 (1985).
- Yeoman, P.M. e.a.:** "Brachial plexus injuries: treatment of the flail arm", *J. Bone Joint Surg.* 43-B, 493 e.v. (1961).
- Yeoman, P.M.:** "Cervical myelography in traction injuries of the brachial plexus", *J. Bone Joint Surg.* 50-B, 253 e.v. (1968).
- Yiannikas, C. e.a.:** "The investigation of traumatic lesions of the brachial plexus by electromyography and short latency somatosensory potentials evoked by stimulation of multiple peripheral nerves", *J. Neurol. Psych.* 11, 1014-22 (1983).
- Youmans, J.R.:** "Neurological Surgery", Ed. Saunders, Philadelphia (1982).
- Zachary, R.B.:** "Tendon transplantation for radial paralysis", *Br. J. Surg.* 33, 358-364 (1946).
- Zalis, A.W. e.a.:** "Electrophysiologic diagnosis of cervical nerve root avulsion", *Arch. Phys. Med. Rehabil.* 51, 708-10 (1970).
- Zancolli, E. e.a.:** "Latissimus dorsi transfer to restore elbow function", *J. Bone Joint Surg.* 55-A, 1265 e.v. (1973).
- Zawadski, B.M. e.a.:** "Trauma", in: Newton and Pott: *Computed tomography of the spine and the spinal cord*, Ed. Clavendell Press, San Anselmo (1983).

NAWOORD

Dit onderzoek is tot stand gekomen binnen de Afdeling Revalidatie van het Academisch Ziekenhuis te Groningen. Voor de bewerking van de resultaten werd gebruik gemaakt van de faciliteiten van het Rekencentrum van de Rijksuniversiteit.

Velen die hebben bijgedragen aan het tot stand komen van dit proefschrift wil ik in het bijzonder dank zeggen:

Prof. W.H. Eisma was de auctor intellectualis van het beschreven thema. Willem, jouw aansporingen op momenten van vertwijfeling en jouw kwaliteiten als regisseur hebben mede vorm gegeven aan dit proefschrift. Ik ben je er zeer erkentelijk voor.

Prof. Dr. J.W.F. Beks ben ik erkentelijk voor de ondersteuning bij de uitvoering van het onderzoek.

Dr. T.W. van Weerden ben ik dank verschuldigd voor de uitgebreide ondersteuning en het ter beschikking stellen van de foto's van de EMG onderzoeken. Ton, de kwantiteit van jouw kritiek bracht wel eens de wanhoop nabij, de kwaliteit deed me besluiten door te gaan. Ik dank jou zeer voor jouw onmisbare bijdrage.

Veel dank ben ik ook verschuldigd aan Drs. L. van der Weele. Leo, zonder jouw advies en suggesties was ik waarschijnlijk niet ver gekomen. Je bewees dat statistiek zelfs ook leuk kon zijn.

Prof. Dr. H.K.L. Nielsen, Prof. Dr. J.M. Minderhoud en Prof. Dr. G. Zilvold dank ik dat zij zitting hebben willen nemen in de promotiecommissie. Prof. Nielsen dank ik bovendien nog voor het ter beschikking willen stellen van de fotodocumentatie betreffende de schouderarthrodese.

De Afdeling Neuroradiologie (destijds Dr. J.T. Wilmlink) zeg ik dank voor het ter beschikking stellen van de fotodocumentatie betreffende de neuroradiodiagnostiek.

Prof. Dr. H.J. de Jongh dank ik voor de kritische beoordeling van de anatomische aspecten. Drs. W.E.C. van Haselen dank ik voor het kritisch willen beoordelen van het literatuuronderzoek.

Wia Konings ben ik dank verschuldigd voor de hulp en de snelle service bij het literatuuronderzoek.

Thea van der Kolk bleek een onmisbaar secretaresse, vooral als er weer iets "geregeld" moest worden.

Veel dank ben ik verschuldigd aan de patienten die belangeloos hun medewerking aan het onderzoek hebben gegeven.

Mijn ouders dank ik voor de vele materiele en immateriele investeringen. Zij vormden de basis voor dit proefschrift. Het is jammer dat mijn vader de afronding niet meer heeft mogen meemaken.

Lieve Rineke, Marlies en Anneloes: jullie ben ik de meeste dank verschuldigd. Ruim zeven jaren heeft het geduurd dat ik vaak verstrooid was, er met mijn hoofd niet bij was en vaak thuis niet was te genieten. Dat jullie het desalniettemin deze jaren met mij hebben uitgehouden zegt meer over jullie dan over mij. Eindelijk zit het erop.

APPENDIX

Pat. nr.
Geb. datum:
Onderzoekdatum:
Geslacht:
Beroep/functie t.t.v. ongeval:
Laatst genoten opleiding:
Tijdstip ongeval:
Localisatie letsel:
Toedracht:
Begeleidende letsels:

Enquête

1. Beoefende U sport voor het ongeval?
2. Beoefende U een hobby voor het ongeval?
3. Had U een vaste partner/relatie t.t.v. het ongeval?
4. Idem thans?

Bij de volgende vragen een keuze maken uit de volgende antwoordmogelijkheden:

0=n.v.t

1=zelden/nooit/(vrijwel)niet/geen

2=soms/matig/enigszins

3=vaak/(vrijwel)altijd/veel/tamelijk erg

5. Vindt U dat krachtverlies in arm/of hand in het algemeen invloed heeft gehad op het gebruik van de hand?
6. Idem in het bijzonder bij werk?
7. Idem in het bijzonder bij ADL?
8. Idem in het bijzonder bij vrije tijdsbesteding?
9. Idem in het bijzonder bij sportbeoefening?
10. Idem in het bijzonder bij fietsen en/of autorijden?
11. Idem in het bijzonder bij het aanvaarden van Uw handicap?
12. Vindt U dat verlies van gevoel in arm/hand in het algemeen invloed heeft gehad op het gebruik van de hand?
13. Idem in het bijzonder bij werk?
14. Idem in het bijzonder bij ADL?
15. Idem in het bijzonder bij vrije tijdsbesteding?
16. Idem in het bijzonder bij sportbeoefening?
17. Idem in het bijzonder bij fietsen/autorijden?
18. Idem in het bijzonder bij het aanvaarden van Uw handicap?
19. Wordt U thans gehinderd door pijnklachten aan de arm?
20. Idem aan de hand?
21. Bestonden er in de periode vlak na het ongeval pijnklachten aan de arm?
22. Idem aan de hand?

Bij de volgende vragen antwoorden met **ja/nee**.

23. Zijn de pijnklachten aan de hand verdwenen?
24. Zijn de pijnklachten aan de arm verdwenen?
25. Zo ja,
26. Zo ja, 3-6 mnd?
27. Zo ja, 3mnd?

De pijnklachten zijn behandeld met:

- 28. medicijnen:
- 29. operatie:
- 30. acupunctuur:
- 31. elektrostimulatie (TENS):
- 32. geen behandeling:
- 33. Heeft U pijnklachten in de nek?
- 34. Heeft U langdurige pijnklachten onderin de rug?
- 35. Heeft U hoofdpijnklachten?

Bij de volgende antwoorden kiezen uit de **meerkeuzeantwoorden**.

- 34. Vindt U dat pijnklachten in arm en/of hand in het algemeen een negatieve invloed hebben gehad op het gebruik van de hand?
- 35. Idem in het bijzonder bij werk?
- 36. Idem in het bijzonder bij ADL?
- 37. Idem in het bijzonder bij vrije tijdsbesteding?
- 38. Idem in het bijzonder bij sportbeoefening?
- 39. Idem in het bijzonder bij fietsen/autorijden?
- 40. Idem in het bijzonder bij aanvaarding van Uw handicap?
- 41. Stoort U zich aan het uiterlijk/aanzicht van Uw arm/hand?
- 42. Vindt U dat het afwijkende uiterlijk/aanzicht in het algemeen negatieve invloed heeft gehad op het gebruik van de hand?
- 43. Idem in het bijzonder bij werk?
- 44. Idem in het bijzonder bij ADL?
- 45. Idem in het bijzonder bij sportbeoefening?
- 46. Idem in het bijzonder bij aanvaarding van Uw handicap?

Bij de volgende vragen antwoorden met **ja/nee**.

- 47. Bent U onder invloed van het ongeval veranderd van voorkeurshand?
- 48. Zo ja,
- 49. Zo ja, 2-4 mnd?
- 50. Zo ja, 4 mnd?
- 51. Heeft U Uw oorspronkelijke voorkeurshand weer teruggekregen?
- 52. Bent U thans (nagenoeg) volledig eenhandig?

Bij de volgende vragen kiezen uit de **meerkeuzeantwoorden**.

- 53. Vindt U dat verandering van voorkeurshand t.g.v. het ongeval in het algemeen invloed heeft (gehad) op het functioneren?
- 54. Idem in het bijzonder bij werk?
- 55. Idem in het bijzonder bij ADL?
- 56. Idem in het bijzonder bij vrije tijdsbesteding?
- 57. Idem in het bijzonder bij sportbeoefening?
- 58. Idem in het bijzonder bij fietsen/autorijden?
- 59. Idem in het bijzonder bij aanvaarding van Uw handicap?
- 60. Vindt U dat eenhandigheid in het algemeen negatieve invloed heeft gehad op het functioneren?
- 61. Idem in het bijzonder bij werk?
- 62. Idem in het bijzonder bij ADL?
- 63. Idem in het bijzonder bij vrije tijdsbesteding?
- 64. Idem in het bijzonder bij sportbeoefening?
- 65. Idem in het bijzonder bij fietsen/autorijden?
- 66. Idem in het bijzonder bij aanvaarding van Uw handicap?

De volgende vragen alleen beantwoorden indien **functionele hand** aanwezig. Te beantwoorden met **meerkeuzeantwoorden**.

- 67. Kunt U de aangedane hand gebruiken bij wassen?
- 68. Kunt U de aangedane hand gebruiken bij tanden poetsen?
- 69. Kunt U de aangedane hand gebruiken bij haren kammen?
- 70. Kunt U bij eten de aangedane hand gebruiken?
- 71. Kunt U bij aan-/uitkleden de aangedane hand gebruiken?

De volgende vragen alleen indien **afunctionele hand** aanwezig.
Te beantwoorden met **meerkeuzeantwoorden**.

- 72. Ondervind U bij zelfverzorging (wassen) hinder van de aangedane arm?
- 73. Ondervind U bij tanden poetsen hinder van de aangedane arm?
- 74. Ondervind U bij haren kammen hinder van de aangedane arm?
- 75. Ondervind U bij eten hinder van de aangedane arm?
- 76. Ondervind U bij aan-/uitkleden hinder van de aangedane arm?
- 77. Houdt U bij aanschaf van kleding rekening met geschiktheid daarvan?
- 78. Kunt U op de aangedane zijde liggen?
- 79. Kunt U zich in bed omdraaien?
- 80. Heeft U bij seksuele gemeenschap hinder van de aangedane arm?

Open vraag:

- 81. Wat zijn Uw huidige werkzaamheden?

De volgende vragen antwoorden met **ja/neen**.

- 82. Indien U andere werkzaamheden verricht dan voor het ongeval, heeft dan de aandoening van de arm mede de keuze van Uw nieuwe werk beïnvloed?

Is deze keuze tot stand gekomen via:

- 83. arbeidsbureau?
- 84. GMD?
- 85. eigen initiatief?
- 86. Indien U geen werkzaamheden verricht, is dat naar Uw mening het gevolg van de aandoening?
- 87. Beoefent U sport?
- 88. Indien U sport, beoefent U dan een andere sport dan voor het ongeval?
- 89. Indien U geen sport beoefent, is dat naar Uw mening mede het gevolg van de aandoening?
- 90. Heeft U hobbies?
- 91. Indien U een hobby heeft, beoefent U dan een andere hobby dan voor het ongeval?
- 92. Indien U geen hobby beoefent, is dat naar Uw mening mede het gevolg van de aandoening?
- 93. Rijd U auto?
- 94. Is de auto aangepast?
- 95. Heeft U een restreint rijbewijs? (toelichting)
- 96. Indien U geen auto rijdt, is dat naar Uw mening mede het gevolg van de aandoening?
- 97. Fietst U?
- 98. Indien U niet fietst, is dat naar Uw mening mede het gevolg van de aandoening?
- 99. Is bij U de schouder vastgezet?
- 100. Zo ja, heeft U daar spijt van?

De volgende vragen beantwoorden met **meerkeuzeantwoorden**.

- 101. Is na de schouderoperatie gewoon lopen voor U gemakkelijker geworden?
- 102. Is na de schouderoperatie hardlopen voor U gemakkelijker geworden?
- 103. Vindt U dat na de schouderoperatie het aanzicht van de schouder (houding) verbeterd?
- 104. Is na de schouderoperatie het liggen op de aangedane zijde gemakkelijker?
- 105. Kunt U zich na de schouderoperatie gemakkelijker in bed omdraaien?
- 106. Is na de schouderoperatie voor U het fietsen gemakkelijker geworden?
- 107. Is na de schouderoperatie het autorijden voor U gemakkelijker geworden?
- 108. Kunt U na de schouderoperatie de hand in de broekzak steken?

De volgende vragen indien **afunctionele hand** aanwezig.

- 109. Is na de schouderoperatie het aan-/uitkleden voor U gemakkelijker geworden?
- 110. Is na de schouderoperatie voor U het sporten gemakkelijker geworden?
- 111. Is na de schouderoperatie voor U het eten gemakkelijker geworden?
- 112. Is na de schouderoperatie voor U het wassen gemakkelijker geworden?
- 113. Is na de schouderoperatie voor U het uitoefenen van een hobby gemakkelijker geworden?

De volgende vragen indien **functionele hand** aanwezig.

Is na de schouderoperatie de bruikbaarheid van de hand verbeterd bij:

- 114. werk(hervatting)?
- 115. sporten?
- 116. uitoefenen van een hobby?
- 117. wassen? (lichaamsverzorging)
- 118. tanden poetsen?
- 119. haren kammen?
- 120. eten?
- 121. aan-/uitkleden?
- 122. steunen/leunen?

Kunt U na de schouderoperatie met de aangedane hand:

- 123. kranen openen/dichtdraaien?
- 124. voorwerpen grijpen?
- 125. bij de mond komen?

De volgende vragen antwoorden met **ja/nee**.

- 126. Is na de schouderoperatie naar Uw mening de buigkracht in de elleboog verbeterd?
- 127. Heeft U een WILMER draagorthese gebruikt?
- 128. Gebruikt U thans een WILMER draagorthese?
- 129. Heeft U een WILMER elleboogorthese gebruikt?
- 130. Gebruikt U thans een WILMER elleboogorthese?

De volgende vragen antwoorden met **meerkeuzeantwoorden**.

Indien van toepassing, is een der volgende activiteiten daarmee gemakkelijker geworden:

- 131. werk?
- 132. ADL?
- 133. vrije tijdsbesteding?
- 134. sportbeoefening?
- 135. fietsen/autorijden?

Open vraag

136. Indien een der beide orthesen niet meer wordt gebruikt wat is daarvan dan de reden?

De volgende vragen antwoorden met **ja/nee**.

137. Gebruikt U nog andere hulpmiddelen?

138. Zo ja, mitella?

139. Zo ja, (hemi)sling?

140. Zo ja, polsspalk?

141. Zo ja, overige?

Toelichting:

1031 1 1 1 1 31 1 1 1 2 2 2 1 1 1 1
104 1 2 1 2 331121111111221122 22221111111122211
105211112211111111111111 2011113212 2 8012 1 111 1 122332231233322
106 211222122122212212 362222 2 2226400801509016 1
111531027730331860115162111211922212121221111111111111122 4 2 1 1 1 1
112 1 66 56 2 5 2 5 1 2 34 1 1 1 1
113 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 21
114 1 13333333333332132322 121121111113122211
11511132 11332222 111123133213 3012 2 2111 1 123320132223110
116 28112222222222 2 28221211221122212120300801009010 2
1215801157111238604112812222117 42222112 32 32 32 3222212131315111111111
12211 6 6 1 4 4 5 5 6
123 6 6 6 2
124 232003111000101121 12222122130011212111
12511112 2 32111 233091 002 12 12 11 1112122311 3002111
12622112113612122222222 2 382222 2 2106100301003024 1
13158111676072485112142211210213222221221122 3 3 3 3222124343551111 1 1 1
132 16 6 6 6 1 1 1 55 551 1 4 55 5 61 1 3 45 551
1331 1 555 5 5 664 5 665 1 1 1 1
134 1 5 3 221330111111111133111222213333330222211
13511111231133112 21133 13312 3 0012 2 2122 1 1233233332 3312212
136333322372 222222 2 302211131122 2218300901009010 2
1415609017606288605201422111221211112122221 11 11 11 1111121413151111111111
142112 6 65 5 61 12 51 12 51 12 34 41 11 11 11 21 11 11
14311 11 11 11 11 15 3 1 1 1
144 1 1 1 33121222112111331122 22221221211112212
14521112 2 211123331213 12 12 111 21123333333223133
146 282 222222 2 341211333332 1120300851009016 2
151620525810919860725162221220312222211221222 11 11 11 11112131315111221314
152136 634 6 611 511 511 111211 111211 1 111 111
153 111 111 1 2 11 11 221 2211 11 3311 11 11
154 1 11 11 1 11 11 1 33110131111011133113222112111011122211
155111132331101112331012 2111223304121802 211 111 22123111112120121
156 322 222222 2 512212111012 2115250900009018 2
1616203068208308609261661112120122122212 11 11 11 111112353535111151213
162121445 51 44 41111 31111 41111 11111 111 11 111
16311 11111 11111 14 1 1111 1 1111 1111
164 1 111 111 32110221111011111122 122123212021222211
16511112 2 12121012 11111312251 2652 212 111 22123321103120111
166 202 222222 2 212211311032 1220420400001512 2
171571203771105860502162112112013222221122222 1 1 1 11112 3 3 5 1 2 5 3 3
172 4 6 61 151 151 442 331 1 1
173 11 11 1 4 45 11 111 311 3 3
174 1 311 1 33313232111311232322 222211110011122221
17511012 12320123 21112333161228012 1 22 11 121331131033121
176 502 2122221311111122282222 2 2120300701008011 2
1816411138211248607161612111115122222212221223 33 33 33 322212141415111111111
18211 6 666 6 11 11 5 11 11 511 222 2 334 222 334 4 2 433
183 33 35 56 611 11 1 11 111 11 222 11 222 12 222
184 22 2 2 13133120 2131 12222212112223222221
18511112 12212222 211111321813 6512 12 111 1 1233333312 3213113
1863023211252 222222 2 272222 2 1200250450504505 2
19161091979122386071116211222021321222212212221 11 11 11 1111224343551211551334
192136 61 2611 11 15 11 11 1 411 11 1 111 11 1 111 1 1 111
193 11 1 111 11 11111 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1
194 1 1 1 1 1 332001111100111122213122121110011122221
19511012 13210023 2111213315121802 12 2111 21212122112230130
196 422 222222 2 452211220022 1205190450004505 2
2015902287605288605201812111124131222121222211 11 11 11 1111212151415 1 1411111
20211 6 6 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1
203 1 1 1 5 4 1 1 1 1 1
204 1 1 1 1 3322211111111323322 211112311111122211
2051111122111111111111112 111113331213 8011 11 111 1 12222121123111
206 2012122222221111112 272222 122212210200600007000 2
21138040774022786111614221111 1112221211222 33 22 33 222212 3 3 5 1 1 1 1
212 1 6 6 6 6 1 1 5 1 1 5 1 1 6 6 6 6 4 4 6
213 6 6 6 6 6 6 5 5 1 5
214 5 333301112220112121 2 212211111111122211
21501012 2 11111 323351 1 2 112 111 1 1221211321 1111111

216112311118112212222221 2 99221211111112221100340801009010 2
221591020760519870224151211212313222221221122 11 11 11 1112112 3 3 5 1 1 1 1 3
222 13 5 5 551 111 331 111 111 111 111 111
223 11 111 114 1 21 1 3
224 1 2 11 13211222111111233212222121111112222
225112213232111113221122 111112232223 0011 12 11 1 12332112122111
226 422 2222222 12122361211122212 1210450801009005 2
23161052378020687022418112211713222111121122 11 11 11 111112 3 3 5 1 1 2 2 3
232 25 5 5 5 111111 1111122 33111123 33111333 33111112 22 1 111
2331111 11111111 11111111 11 112333 3 233 12 223 3111222 3
234 1 11 2 1 1 1 3212222111111111 22221 22232
23511122 13211122 111112232412 8011 12 11 1 123322121132111
236 7012221222222 11122442211311122 2120380701208508 2
2415910207605198606271611121122131222221221122 11 11 11 1111121 1 2 5 2 1 5 5 2
242 555 565 5511 2 2211 2 2211 2 2211 2 4 11 1111 111
243 1111 111 114 11 111 11 111 11 211 2
244 11 211 111 1323031221102121111 22222 1112
245 122111011113310222 1111132322 2 8012 2 22 221 2
246 2222222 11122241122220112 22 100012
2516605228301198606131511122214131222211222212 23 22 23 2212221 1 2 2 1 1 1 1 1
252 1456 6 611111 211111 211113 411333 312456 6 44 51
253456 63456 63356 64 4 1111 1111 1111 1222
254 3 3 3 4 3 4 33203212220111112211122221110011122211
25511112 2 11121 13311 6012 2 2111 1 2
256 1222222111112 241222310112 1 111112
26165062784011586060316622212013222122 211112 11 11 12 12221211111111111111
2621166 6455 51111 11 11111 1 11111 11 11233 44 42233 44 43344 423
26334 45 54555 55 64455 55 5 1 1111 1 1111 1 1111 1 1222 3
264 2 4 4 33300222220022122322 222212220021121212
265110211211100212 11111 2331213 802 22 2111 1 2
266 2222222 2 151122330032 22 211112
27171022275012886060316112221 25222212 2 2 3 322211 1 1 2 1 1 1 1
272 1 6 5 5 1 2 2 2 2 2 2 2
273 4 5 5
274 211111211111121100 22221
27511112 2 21123 13301 1 1 2 21 2
276 2222222 2 79222 2 1 311112
28152041473042686112416222121 82211112 33 33 33 3322221 1 1 5 1 1 5 1 1
282 1 6 6 6111 1 1 2112 2 2 2112 222 2111 34455111 1 1 2 44 5 1
283 1 1 1 4 5 5111 3 3 3 11 1 21 2 1 22 1
284 1 3 4 2222021 1111 22222 21111
285110113221120212 11111 2131211 652 212 121 1 2
286 2222222 2 241222111012 11 111112
29166072084100586070415122122081322212211111 11 11 11 112111333311111151211
2921345 545 11 1 211 1 211 1 111 1 111 1 111 1 111
293 1 111 1 111 1 134 11 11 11 11
294 1 1 33230121211012332222 22221111011322221
2951102122221301112323022 2112311211 2 12 111 1 2
296 2222222 2 0811 322012 21 100012
3016110307908198611281621122123131211211222211 11 11 11 1111211 3 3 5 1 5 5 5 3
302 3 5 1 1 111 111 111 111 11 11 11
303 11 11 1 1 11 1 1 12 2 11 2
304 1 1 1 1100221110011333322 122122110032122211
30511012 12110023 111112331213 002 12 22 11 2
306 2222222 2 281222110011212221 100012
3115608187707218611241622212219121221111222221 11 11 11 1111211 4 3 5 3 1 5 3 2
312 13 45 1 1 111 1 111 1 111 1 111 1 111 1
313 1 11 1 11 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1
314 1 1 1 11120133111011333322 221122121012122211
3151101132112101311211012 111111233212 802 111 111 1 2
316 2222222 2 262222 2 11 100012
32150021079060586121518211211181222211222122 11 11 11 1111111 3 3 5 3 1 5 3 5
322 3556 655 5111 1 1 1111 1 11111 1 1 1111 1 1 1111 1 1 111
3231 1 1 1111 1 1 1111 1 1 4 111 1 1 1 3 111 2 2 111 2 2
324 1 1 1 1011023201102113331 3221123011011222211
32501022 11011011 11111131151 1802 11 2 21 2
326 2222222 2 122222 2 11 100012
331550810741027860530162212211813222211222221 11 11 11 11222113332 51132153413
332 456 655 6 611 1 1 111 1 1 111 4 5 611 1 1 111 1 1 111 1 111

333 1 1 111 1 1 111 1 1 1 4 11 2 2 1 1 11 4 4 1 1 1 1
3341 1 1 1 1 1 1 33130113212012113211322221111111122221
3351111132331201212311023 111113332213 802 11 111 212
336 2222222 2 181222121012 21 100012
3416301027907298610031621112202132221211221212 11 11 11 111121314345 1 1 2 1 1
342 1556 6455 6111 11222111 122 2112 233 3111 12233111 1 111 1 111
3431 1111 1111 12 1 112 3 31 2 122 3 33112 4333
344 1 1 1111 1 3322033321201122222 222211222011122221
3451101122111101213333032 1111113316121502 112 111 1 2
346 2222222 11122302211111002 21 100012
3516708048310238611411112111813221121122222 11 11 11 1122221 1 1 1 1 1 1 1
352 1 6 6 6 6 1 333344 1 33344 1 134455 1 444 4 1 11111 1 4 1
353 2 1 1 2 3 1 1 14 4 11 23 12 4 11 123 13 333
3541 1 111 3 1 1 122232112133320121121 1222221 22211
35511032 2 11122 13325 1802 211 111 1 2
356 1122222 1221232122211101222221
3616210308006078605161822121124132221222 33 33 33 332222111111111111111
362113 45 66 61 12233441 1333344 3344566 355 5 666 6 666 6
363566 6 666 6 666 63 4 12233 1334 4 3
364 322012100000001111 22200
36500002 2 30023 13316 2002 22 2112 1 2
366 2222222 2 212222 2 22
3713208068402068611111422211114132122111221222 33 22 33 22222213121331111311111
372116 66 611 111 2213 333 4511 1123445 514 45 56 655
373 5 5655 5 6655 5 66 11 122 211 333 411 122 3
374 4 3333021131301131312 222211011011122211
37511112 2 21111 11315 180 2212 122 1 2
376 2222222 1122241222111011222111
381691214740613861114267222 2 92221112 2 2 2 222212111111133211111
38211 5 5 5 5 5 5 4 5 6114 4 411
3834 4 4 5
384 1 22102121110211223222 222212210211222233
385311311211101112 31123 11301 2 1 2 22 21 2
386 2222122 2 182222 222221
3917208198003298611141411222216 12222222 32 32 32 32221111111111111131111
392114 4 133 3 44 23 33 55 5 4 4 33 44 4
3934 44 5 545 5 233 3 3 4 4 4 3 4
394 4 112021111201112121 2 222211210211122211
39512112 2 31333 13301 2 12 2 2 1 2
396 2222222 2 402222 222221
4015811207707248611141411112223132221211222111 22 11 22 22221112121221111151111
402115 66 61 1 11 331 1 1 2331 3 45 551 2 34 551 1 11 1 1 41
4031 11 154 5 54 5 55 1 1 1 2 2 2 41 3 3 41 2 1 1
404 2 1 1 2 24 3 2121311111111122332 222211111111212211
40511112 2 21123 1332213 2 212 122 1 2
406 22121223331311222721222121112222211
41160013170051486111818112221 11222212 11 11 11 111111 2 2 3 3 1 2 35
412 4 5 1 1 2 2 3 1 23 41 11 11
413 11 11 1 2
414 1 12110111113011333322 122123222011321110
41500002 11121011 1112113315 802 21 112 1 2
416 2222222 11222362222 2222221
4215905207603318611211611122101132221112 33 33 33 3322222 1 1 3 1 1 1 1
422 1 66 611 23 34 3 3411 45 6611 45 55 6 56
423 6 6 66 6 4 4 111 34 4 1 22 3112 34 4112 2 3
424 21110220000000113121322221 12211
42511022 2 22112 1331213 452 211 121 1 2
426 2222222 2 542222 2 11
431620417770802860711221112114 92222221222223 33 33 33 322222111111111111111
432116 64 6611 3455511 3345513 4555545 5 555 6 66 45
433 6 6 6 6 6 4 3 12 4 411 222412 3334 5 5
434 4 122331200000001121 13222211222221122211
43511112 2 21123 1331223 11 12 122 1 2
436 222222 11222362222 2 12
4412305307912268604111642211117292221222 23 23 23 2322222514151112111111
442116 66 66 56 5556 655556 645556 6 645
443556 615556 612334 55 13 5 2
444 2 23 22 222100111111112133123222213331011122200
44500002 2 21133 13306 2002 212 2 221 2

446 222222 2 18222 2 12
4515905267910108512061622112120122211222 2 33 32 33 31222211111411111111
452115 66 613 5 5 433 5 4145 5 51146 55 5 65 655
453 6 6555 6 53345 5 6 5 1112 3 4 223 223
454 5 4 2124 221112311111113131 2 121112211223212111
45511112 2 32333 1131212 8012 122122 1 2
456 2222222 2 272222 1122211
461520703780510851129162221117272221222112 11 11 11 11 1212111111111 1 1 1
462 1 6 66 55 66 66 5 66 66 45 55 14 5 5 4 5 55 5 5 1
4631 21 11 11 11 11 11 11 11 4 4 5 22 34
464 4 11 11 1 11 11 1 11 111 3333033111101113132 221111111011122211
465111113221230112 211123133213 202 212 112 1 2
466 2222222 2 332222 2 21
4716203177806098611211212112124132222211222222 33 33 33 3322222 1 1 1 1 1 1 1
472 1 6 43 5 56 63 5 56 65 5 6 62 5 56 6 6 66
473 66 66 6 3 3
474 111101000000001111 22211
47511002 2 33333 1331223 002 211 122 1 2
476 2222222 2 142222 2222222
48156060381032785112216221121021222222121222111111111121211 1 1 1 1 1 1 1
482 1 5 56 6 5 56 5 11 12334411 23333333 34444411 11 1111 11 1111 11 1111
483 111 1111 111 1111 111 115 1 11 1122 1 2 3 22 2233 11 11121
484 11 1111 11 111 11 111 232211333211111111 12211
4851111132333213112031021 111123225 1802 212 121 1 2
486 2222222 2 041211033012 21
4916010017710148511291611112216132222211222122 33 33 33 3322122 1 1 1 1 1 1 1
492 16 5 6 1 14 5 5 15 5 5 56 65 6 6 65 6 66
4936 66 6 66 6 6 5 1 23 3 1 4 4 4 4
494 4 4 221203200000002121 2 222211111012222100
49500002 2 11122 1121213 2 212 122 1 2
496 2222222 2 182222 1122211
501540309730301851129162211212023222222 33 33 33 3311122 1 1 2 1 1 1 1
502 1 6 6 6 3 4 4 3 3 4 4 6 6 6 5 6 6 6
503 5 6 5 6 6 2 2 2 2 4
504 11111211111113131 2 221111111113121111
50511112 2 21112 311151318012 12 122 1 2
506 2222222 2 292222 2 21
511361119760912860502182222210 1222112122222 22 22 11 22222224141512131552143
512335 65 6 63345556 63345556 61123455 51244455 51 1111 1 3335 512
51322 22 11 12334 41 1111 1 2 3 1 2 2
5141 1 1 1 30310311111111331122 122211111011122211
51511112 13021013 1111133325 1802 12 12 1212
516 1112212031002 402222 2222221
521560520740805860530162212210123222222 33 33 33 3322221414151111111111
52211 6 6 6 6 22 234 22 345 35 566 56 6 6 6 6 6
5236 6 6 6 6 6 22 2
524 332031100000001111 21122
525312212233102111331021121112 13315 1802 22 2122 1 2
526 2222222 2 252222 2 11
5312207047501118606131861221120 92221222 11 11 22 22222224142431131131312
532136 66 613555 513555 513455 513555 51 345 61 3 5 61
533234 41 111 11 111 1 4 5 2 3 3 4 2 4 2 4
534 1 1 4 1 1 2 1 1 1 303002220200111133113122212030021122222
535020213220200 21112 33315 2802 22 2122 212
536 2222222 2 191222020002 21
5416302098101118511281511212119131222112 3 33 33 33 322222111111111 1 1 1
542 1 6 64 5 54 5 45 5 62 35 5 65 6 66
543 66 66 6 123 2 3 133 3
544 4 5 5 111111111111112212322221111111112100
54500002 2 22233 1331323 2 2122122 1 2
546 2222222 2 182222 2 21
5516004018003068511221622112121121221222222 33 33 33 3322222413151111111111
5521155 6 5 61233454 4 4 4 6 6 6
553 6 6 6 5 1222333 1122333 5
554 1111131111111112211 22221111111122100
55500002 2 33333 12316 12012 12 122 1 2
556 2222222 2 291222122112 11
561550425740918861121141111108132222211222222 3 3 3 32222 1 1 1 1 1 1 1
562 1 34 55 23 23 44 55 6 56

563 6 6 6 4 2 3 4
564 5 5323003100000002131 2 222213130023221211
56511112 2 33032 1233213 152 12 1111 1 2
566 2222222 2 092222 2 11
571340817781115860110162122111921122212 3 33 33 33 32222111111111111111
572115 65 63355 5 4 5 4 5 54 45 65 66
573 66 6 6 6 1 23 5 4 4 4 3
574 5 5 5 23111131111111333322 1221211111111111231
57511112 2 21133 1231313 252 22 2122 1 2
576 2222222 11222252222 2 21
5815809057511028601301612122124132222211222222 33 33 33 3322122121213111111111
58211 6 6 6 6 6 6 1 3 3 2 3 3 2 2 3 5 5 5 5 45 5 5
583 6 6 6 6 5 6 6 6 234 4 222 3 244 4
584 5 23100120000000111122 222211111111122200
585000013221200312 21112 1221213 402 12 1122 1 2
586 2222222 2 362222 2 21
591561025740804860520146111210123222221221111 11 11 11 11111222121251121113111
5921155 655 611 311 311 3411 311 2211 211
593 111 111 1 4 1 2 2 1 2 1 2 1
594 2 1 1 1 2111121111111331122 122111111112222211
59511112 13321221 1111133316212 12 12 111 1 2
596 2222222 11122602222 2 12
60164061280091486061317221111713222221121222 33 33 33 3322211511111111111111
60211 6644 4412222 212222 3311122 2255555 5555 555 555
603 6 666 66 6 4 11222 211222 211122 23 33 4
604 4 4 4231112100000001111 22211
60511112 2 21133 1331212 1512 11 2 21 2
606 2222222 11122332212111112 12
6115808037705058606131621212201131222221222122 2 1 2 222122 1 1 4 1 1 1 1
612 1 66 6 6 56 6 12 22 2 12 22 3 23 34 4 23 33 3 23 33 3 31
6133 33 4 44 44 4 44 56 6 5 2 3 3 3 2
614 2 2 4 2 1111011111101111212122212111011222211
61511112 2 30112 2331412 802 212 121 222
616 2222222 2 302222 2 22
6215907308202188609261622212118122221122 33 33 33 3322221 1 1 2 1 1 1 1
622 1 6 6 6 6 222 2333 222 2333 556 556 6 6 6 6 6 6
623 6 6 6 6 6 122 32 112 22 23
624 221101100000001121 11222211122032222200
62500002 2 33333 12302 372 212 122 1 2
626 2222222 2 241223312012 22
631520122740929860530172222112423222211222111 2 2 2 21111 3 2 3 1 1 4 3 2
632 4 6 5 2 3 2 2 1 1
633 1 1 1 1 1
634 321011232212121111 11133
6352112112311111212211123 111113332412 802 112 2 11 2
636 2222222 2 282222 2 22
64159080978041886011716222122211322222212221223 33 33 33 322122323143111321111
64211 6 6 5 6 111 222 122 3 112 4444 55 5555 111 3333 3 54 5 1
64333 3332 1 5 5 1 6 5 2 1 22233 1 24 4 1 33333 1 34 44
644 1 2223 5 5 3121012111111222222 222211111011111111
64511112 2 11113 3332211 802 2112121 1 2
646 2222222 11222242212111112 21
6516304098012288606271622122124132222211222112 23 33 23 33121112323211112131311
6521256 655 5 5111112 22111112 33112223 44111111 11111222 221 444 411
6531122 324445 5 24444 4 4 3 4 1 2333 41 2223 31 2223 31 22 3 31
654 1 1 2 22 2 3 321001100000001133112122212020021222211
655110213211100222 31133 1331212 202 22 2111 1 2
656 2222222 12122242222 1211212
6615102227711048612022792211121 1212221122222 3 2 3 322222 1 1 1 1 1 1 1
662 16 66 11 2345511 3345511 223333 4555 633 5 5
663 66 66 6 5 11 33442 411 3344 4 3
664 5 2211112000000011121 1222210000000011111
66512112 2 10033 11319 1 1 12 122 1 2
666 2222222 11122502222 2 1
6716108317910058612021612112117132222122 3 33 33 33 322222 1 1 1 1 1 1 1
672 1 6 6125666 6 35666 6111345 62455 5 5112455 5 45 511
673133 41112 41344 4 4 4 3 4 1122 2244 2
674 3 11333 1133 4 111101000000001111 22222 22221
675111113211100112 33333 1331213 2 112 122 1 2

676 2222122333032 152222 2 22
6814410237410178612081211111108 11222211222222 3 3 3 322222 1 1 2 1 1 1 1 1
682 1 6 6 6 6 222 3 55 33 4 55 344 4 4 55 5 5 6 6 566 6 5
68366 6 566 6 566 6 1 2 2 3 3 3 2 3
684 113201000000001111 22210
68511002 2 30323 13312 2 212 122 222
686 2222222 2 362222 2 21
6915805197911028612081822221124122221112 3 3 3 322222 1 1 3 1 1 3 1 1
692 1 6 6 13 4 4 13 4 4 44 5 6 13 5 545 6 6 5 4
6935 6 6 45 5 55 5 13 3 34 34 23
694 3 4 4 1012011000000002131 2 222211011011122211
69501012 2 33123 12325 1802 111 122 1 2
696 2222222 2 182222 2 21
7016103317811308612292411221117132221121222222 3 3 3 322122 1 1 3 1 1 1 1 1
702 16 66 6111 3 344113 3 344 2 3 344 5 5 5 6 5 4 5 5 5
703 5 5 5 5 112 2 34222 3 4 133 3 3333 43
704 4 44 4 32221220000000113311212222 11111
70511012 2 21222 12219 21802 112 122 1 2
706 2222222 11222212222 2 21
7115812247608018612231411211101132222222 33 33 33 3322212 1 1 1 1 1 1 1 1
712 16 66 63 3 3 5 53 3 4 5 54 5 5 52 4 5 55 6 66 6 66
7136 66 6 66 6 6 1 1 2 3 4 4
714 222201200000001121 1322221 21221
71502002 2 33333 13312 3 002 212 122 1 2
716 2222222 2 182222 2 21
7215802038406088606051622121120 12222211222222 23 22 23 2222221424231112111111
7221156 656 611 1 311 1 312 3 444 5 44 4 533 4 445
723 5 5 35 6 6 35 6 6 3 11 3 22 2 12 3 2 4
724 4 4 4 321101212110111132113122211111012322232
725210213222210112 11111 1331412 802 11 122 1 2
726 2222222 2 31122222022 21
7316505038311198611191622211102122222222 3 3 3 322222 1 1 1 1 1 1 1 1
732 16 6 6113 5 5 5113 5 5 5114 5 5 6112 5 5 5 6 66
733 66 56 6 111 2 2 134 113 3 3
734 111111000000001111 22221 22221
73511002 2 33333 11322 1 152 112 122 222
736 2222222 2 122222 2 22
74132040576040686111916212111 92222222 23 23 23 2322122 1 1 1 1 1 1 1 1
742 1 6 5345 5 4344 5 5455 5 53 4 4 5 54 5 56
743 41 2 32 3 4 4 4 2 2 2 4
744 1 2 2 2 3 33220110000000333322 112223323011122211
74511112 2 11111 11315 1802 212 122 1 2
746 2222222 2 362222 2 11
7515909257705098610031421121207132222211222222 11 11 11 11111213231151111151311
752116 655 5 6 611 1 1 2211 2 2 3311 3 4 4411 1 3 5511 11 111
753 111 111 1 2 4 3
754 2 133133311111131223122 222212212131111221
75511112 13313311 111212332212 7212 2 2111 1 2
756 2222222 11222722222 2 12
761620728830808860926142111211812222221222222 33 33 33 3322221211121111111111
762115 656 61222 3312233 31111 226 6 66 6
763 6 6 64 2 3111 1112 4 12 4
764 4 331121100000002111 122223112211122200
76500002 2 21112 1131213 0011 12 122 1 2
766 2222222 2 12122312122 21
7716308107910298606271411122119132221211222211 11 11 11 11112112111141111131311
77212 5 6 6 5 6 6 1 122222 1 123344 1 112333 1 122222 1 1 1 1 1 1
773 1 1 1 1 1 1 3 2 22233 2 2 1 11233 1 11122
774 1 1 1 1 3210112111011111111 22211
77511112 11210121 1111110313 2 8011 2 2111 1 2
776 11222221111112122422222 1212212
7816212298212148702061621221124 12221211222222 3 3 3 3 1222 1 1 1 1 1 1 1 1
782 1 6 61345 5135 51334 5 5 445 5 6 512

783345 513456 63556 6 123 4 123 233 134
784 1 3 201201100000001111 21211
7851100 2 33333 13315 1802 21 111 1 2
786 222222 2 13222 2 21
79155122275072787020617211121231322221122222 2 2 2 2 2122 1 2 1 1 1 4 1 5
792 155 6 623 3 34433 3 34512 3 44413 4 5552 3 3312 5 512
793 4 55511 3 33311 2 333 5 2 3 3 4 2 3 3 1 3
7943 3 2 1 2 3 1 3 3 331201311110113111 2 222211111011121233
79523022 13313012 21111123341 652 112 111 212
796 222222 11222182222 2 11
80157110675020207010914122121232222211222212 11 11 11 1112111 3 1 2 1 1 5 3 5
802 44 66 6111 2 33112 2 33112 2 33111 233 111 1 1111 11111
8031 1 11111 1 1111 1 11 3 111 2 31 413 3 4122 2 4
804 12 3 31 1 11 1 111121121212211223222 222211111112122211
8051111132233213312221231 1111123312 3 001 12 111 1 2
806 222222 11122261222111112 22
81159010475072086112416221211241312222212121222 32 22 32 2221222121231111111111
81211 6 6 55 1 13 4 41 13 3 441 12 4 553 56 6 6 56 6 63 44 4
81345 5 55 6 6 55 6 6 3 3 4 4 2 2 3 4 4 4
814 5 32201112120111233322 222211220211122111
81511111111101112 11133 1331213 012 2 2122 1 2
816 222222 2 422222 2 22
82157122075102286112816212122 7132222121222222 33 22 33 2222122 1 1 1 1 1 1 1
822 16 66 66 66 61224 6 64556 62445 61223 5 44
8234 5 61111 1 22 3 3 1 4 4
824 1 1 1 121201011110101121 1322221 22200
82500002 2 33033 13312 2 02 212 122 1 2
826 222222 2 262222 2 12
831621222790503861128131121211413222222222222 33 33 33 3322221 1 1 1 1 1 1 1
832 1 6 11 455511 45 533 5 6644 5 6655 6 655 5 6655
833 6 66 66 6 11 2 2 4 12 3 3
834 4 1012010000000001133113222212011 001122100
83500002 2 2 30033 10311 2 2 212 122 1 2
836 222222 11222182222 2 1
84146030778100786120216321111 82221212 1 2 2 222122 1 1 1 1 1 1 1
842 1 6 6 6 6 6 55 5 4 4 5 4 5 5 5 1
84311 33 111 1 111 1 1333001322100111111 22222 2334 22211
844 12 2 2 2111 1 11111 1 1333001322100111111
8451101132331001112310011 1112320323 402 12 1122 1 2
846 222222 2 182222 2 11
8516606238011298612082611121118 4222121122221 11 11 11 1111121 1 1 1 1 1 1 5
852 1 6 6 133333 333333444 1111112 3111113 41111 1 211 1 1 111
85311111 11111111 11111111 1 11222 1111122 11233 3
854 11 22 1111 111122 222211111212111331122221 21111
85511112 11212211 11212318 3 8011 1 111 1 2
856 222222 11122242212111112 12
861601007790227870206162112211912222221222222 3 3 3 322112 1 1 3 1 1 1 1 1
862 1 5 6 611 13333312 33333313 33344455 55555556 6 5 556 666
863 66 66 6 11 2233 1 223 22 334 24 5
864 5 332003300000000333322 121123320013222122
86502002 2 11111 1131812 802 12 111 1 2
866 222222 11222182222 1 121
87129102978042187020614222211 72211121222222 1 1 1 122111 1 1 1 1 1 3 5 1
872 5 6 3 633 333 3333 333 3312 222 2233 333 3311 111 11 1 11 111
873 111 1111 111 1111 111 11 1 1 122 3 1 112 31 111 1
874 1 1 1 3333333111211333322 222211111111122233
8753111132131111213333131 1111131115 1801 1 111 1 2
876 222222 11122412222 2 21
8815604087407088706191621122213222212 11 11 11 111211121213111111112
88211 55 55 111 22 111 22 111 11 111 11 111 11 1 11 1
88311 11 111 11 111 11 4 2 2 1 1 2 1 1
884 1 1 332212221122121133113222121 111112122212
88511222 13321222 21132122212 2 112 111 212
886 222222 2 201122221122 11
8915404017512068706191221111112122221211212222 33 33 33 33222211111111111111
89211 5 2 3 3 5 6 6 5 6
893 6 6 6 3 2 2 1 1 4 5
8944 2121222111111111 22211
89511112 2 22123 12212 012 12 122 1 2

896 222222 2 162222 2 11
90157030975070387061916211211231322221122222 12 12 12 1222111111111111111111
9021156 6 56 6 13 333 3 13 333 4413 334 5 11 355 5 12 222 3 56 12
903 222 3 23 5 5 5 23 555 5 4 4 12 4 13 4 5 11 223 411 233
904222 3 2 11 233 324 45 3 5 321122211111111111 22211
9051112 1231122211122 2231213 602 112 111 212
906 222222 11212192222 2 11
9115209117806048706201622122122122222112222222 32 32 32 322212 1 1 1 1 1 1 1 1
912 15 5 11123 3311123 3311112 3311113 3411113 33 11
9131 2 33456 6456 65 5 112 3 41 2 4 4112 3 31 1 3 4
914 11 2 34 4 332232211111111111 22211
9151112 2 21133 1231412 8011 2 1111 1 2
916 222222 11122301222121112 11
9215505297509298707021622112121131121122222 22 23 22 2322122111111111111111
92211 6 6 65 6 65 6 645 6 65 6 645 6 4
923 623 5 612 2 2 4 44
924 11 2 3311111111111111 21211
92511122 2 11123 123151 1802 12 1122 1 2
926 222222 2 23222 2 21
931560728770828870706121112123122221122222 11 11 11 11111 1313141313121313
932136 64 61 1 3 31 1 3 3 1 1 1 21 1 1 21 1 1 1
9331 1 11 1 1 11 1 1 15 4 1 2 2 21 2 2 21 1 1 11 1 2 2
934 1 1 1 1 1 1 1 1322232333333331111 22232
93511332 13221323 33332113223 12 12 111 1 123331122033231
936 532 22222111112 382222 2 12
9415910167709088707061621122218131221221 23 23 23 231122221212111111111111
94211 2 3 43 4 51 5 64 6 6 64 6 65
943 6 65 6 65 6 6 4 1 4 2 4 2 4 2 4 2
944 4 3 222112100000001111 22111
94511112 2 3223311111133151 1802 212 2 21 2
946 222222 2 132222 2 11
95160010878040987070216212121231222211122222 11 11 11 11121121313141212131212
952125 5 11 112 2211 111 2211 133 3311 111 2211 111 1111 111 1111
953 111 1111 111 1111 111 114 4 12 222 3 2 4 11 233 311 223 3
954 11 122 41 1 2 23321122231111213312 122121111112122222
9552212132332112113321132 2111212221121801 12 111 212
956 222222 11122162222 1212221
961600517800819870702112112122132221212 23 23 23 2322222111111111111111
962116 6 6555 6 55 51223 5 5555 5245 6 45 535
963 645 645 6 5 5 5 1123 3 333
964 24 4 332112311111111111 22221 12211
96511112 2 33333 1331213 8012 12 122 1 2
966 222222 2 162222 2 11
9716207028004078707061612112219131222211222112 11 11 11 11121111313141212121212
97213 5 6 4 5 1 2 1 2 1 1 1 1 1 1 1
973 1 1 1 1 1 1 1 1 1 2 1 2 1 2 1 1
974 1 1 1 1 1 1 1332231211111111111 22233
975233313223111111333333 331232123412 802 112 111 1 2
976 222222 2 111222111112 21
9815708027404108707091612222123132221211211122 11 11 11 1111121212111212121112
982125 2 4 5 51 3 5 51 3 5 51 1 1 11 1 1 1 1 1 1
9831 1 11 1 1 11 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1
984 333212331212131111 22223
9851233132123113313331333 3112221325 1801 1 111 212
986 222222 2 16122211111221211
11.56.24.UCLP, RU, WSN1P1, 0.704RLNS.

CURRICULUM VITAE C.H. EMMELOT

1954	Geboren te Utrecht
1974	Eindexamen gymnasium β, Stedelijk Gymnasium te Arnhem
1974-1981	Studie Geneeskunde Rijksuniversiteit Groningen
1982-1983	Militaire dienstplicht als assistent Afdeling Orthopedie Mil. Hospitaal A. Mathijssen te Utrecht
1983-1984	Assistent niet in opleiding Afdeling Heelkunde, Academisch Ziekenhuis te Groningen
1984-1988	Opleiding tot revalidatiearts, Academisch Ziekenhuis Groningen (hoofd: Prof. W.H. Eisma)
1988-1991	Revalidatiearts bij Stichting Revalidatie Voorzieningen Friesland
1991-1993	Revalidatiearts Revalidatiecentrum Vogelweyde en Sophia Ziekenhuis te Zwolle
1993-	Sophia Ziekenhuis en Ziekenhuis De Weezenlanden te Zwolle

